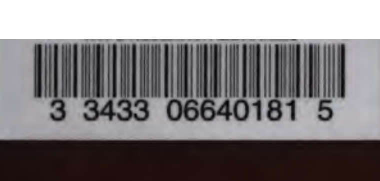

3 3433 06640181 5





MANUELS-RORET.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE

L'ORURE ET D'ARGENTURE

PAR

LA MÉTHODE ÉLECTRO-CHIMIQUE

ET

PAR SIMPLE IMMERSION

OUVRAGE DANS LEQUEL ON A RASSEMBLÉ LES TRAVAUX DE TOUS LES CHIMISTES QUI SE SONT OCCUPÉS DE CE SUJET;

Par MM. SELMI, DE VALICOURT, Olivier MATHEY ET MALEPEYRE.

Son livre est d'agréments un fertile trésor,
Tout ce qu'il a touché se convertit en or.

NOUVELLE ÉDITION

Tres-augmentée et ornée de Figures.

PARIS

A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,

RUE HAUTEFEUILLE, 12.

1856.

PRÉFACE DE L'ÉDITEUR.

L'Électro-Métallurgie, cet art dont la découverte remonte à peine à quelques années, a déjà pris une extension telle que chacune de ses branches peut devenir dès aujourd'hui le sujet d'une monographie particulière.

Parmi les nombreuses applications de cette nouvelle découverte, il n'en est peut-être pas qui présente un attrait aussi puissant que les méthodes de dorure et d'argenture électro-chimiques. Aussi, dès leur apparition, les savants, les industriels et les gens du monde de tous les pays en ont fait l'objet de leurs études, de leurs recherches et de leurs travaux, ou l'amusement de leurs loisirs; et grâce à cet heureux concours de lumières, à ce fond commun d'expériences contrôlées les unes par les autres, on est arrivé à un point de perfection qu'il n'était pas même permis d'espérer.

Considéré sous un autre rapport, on peut dire que le nouvel art a bien mérité de l'humanité, car il peut dès à présent, remplacer complètement les anciennes méthodes de dorure au mercure, qui, chaque année, coûtaient la vie à un

si grand nombre d'ouvriers. Combien de services ne lui devra-t-on pas encore sous le rapport de l'hygiène, puisqu'une foule de métaux d'un usage journalier perdront désormais leurs propriétés malfaisantes en se revêtant d'une couche d'or ou d'argent destinée à les protéger contre toute espèce d'oxydation.

Les chimistes avaient besoin d'une foule de vases en métaux précieux dont le prix élevé ensevelissait des capitaux considérables dans le matériel des laboratoires ; ils pourront désormais se procurer facilement des appareils inaltérables, en protégeant, sous une couche d'or, d'argent et peut-être de platine (1), les métaux qui ne présenteraient pas une résistance suffisante aux réactifs employés dans leurs expériences.

Les instruments de chirurgie, qui réclamaient des soins si minutieux pour être constamment maintenus dans un état de propreté, pourront désormais être recouverts d'une sorte de vernis d'or inaltérable, sans rien perdre de la rigidité qui leur est indispensable.

L'art du dentiste pourra recourir à la galvanoplastique de l'or pour modeler ces pièces si délicates qui, par les moyens ordinaires, s'adaptent si difficilement à toutes les sinuosités des gencives.

Tels sont les avantages de la dorure et de l'argenture électro-chimiques envisagés sous le simple rapport de l'utile; mais si nous les considérons sous le point de vue des arts de luxe, un nouveau champ se déroule à nos yeux.

(1) On sait que jusqu'à présent on n'est pas encore parvenu à réduire le platine d'une manière complètement satisfaisante.

L'industrie des bronzes et cette admirable dorure mate, qui ont rendu l'univers tributaire de nos fabricants, prendront bientôt une nouvelle extension lorsque l'adoption complète des procédés électro-chimiques aura écarté des ateliers toutes les causes d'insalubrité.

Les objets de bijouterie *en filigrane*, si difficiles à dorer par les moyens ordinaires, à cause de leur extrême délicatesse et de leur nombreuses anfractuosités, pourront désormais recevoir une couche d'or aussi riche qu'élégante et variée, sans altérer en rien le fini du travail.

La bijouterie en faux, qui forme une branche importante de notre commerce d'exportation, prendra un nouvel essor et pourra encore réduire ses prix, en adoptant les procédés si simples de la dorure par immersion.

La coutellerie pourra revêtir ses produits d'une couche inoxydable, sans en altérer la forme ni le tranchant.

La possibilité de produire des dorures de différentes couleurs et d'appliquer à volonté l'or et l'argent sur des endroits déterminés, permettra d'établir de charmants ouvrages de damasquinerie, véritables mosaïques en or, où le talent de l'artiste, aidé par la richesse de la matière et la variété des couleurs, peut créer les plus riches effets.

Il était facile de prévoir que la fabrication des pendules et des montres, cet art aux procédés si multiples, si variés, si délicats, trouverait bientôt dans la dorure électro-chimique une foule de ressources précieuses dans le double but d'assurer la conservation des pièces ou de contribuer à leur décoration. On sait assez que les anciens procédés de dorure au mercure qui exigent l'application d'une forte chaleur étaient à peu près *inapplicables* aux pièces d'horlogerie, puisque l'é-

lévation obligée de température à laquelle il fallait les sou-mettre pour volatiliser le mercure, faisait perdre aux unes l'*récrouit* qui leur est nécessaire pour assurer leur durée, aux autres la rigidité qu'elles devaient à la trempe. Avec la nouvelle dorure tous ces inconvénients ont disparu ; la pureté des formes est désormais conservée, les roues en cuivre et les platines conservent toute la dureté qu'elles ont acquise sous le marteau, et les pièces trempées deviennent inaccessibles à la rouille sans avoir rien perdu des qualités que leur a communiquées la trempe. D'un autre côté les vis, les aiguilles etc., reçoivent, au moyen des procédés de coloration électro-chimiques découverts par M. Becquerel, les teintes les plus riches, les plus variées et les plus inaltérables.

L'accueil fait à ce petit traité depuis son apparition, nous faisait une obligation de le revoir avec un soin tout particulier, c'est ce que nous nous sommes efforcé de faire. Sans rien retrancher à la partie théorique qui reste toujours le meilleur guide d'une pratique intelligente, nous sommes heureux de pouvoir communiquer à nos lecteurs les ingénieux procédés pratiqués et découverts, pour la plupart, par M. Olivier Mathey, chimiste au Locle (Suisse). Placé au centre de la fabrication des montres de la Suisse, il a su faire trouver au profit de cette merveilleuse industrie tous les procédés de dorure, d'argenture, et de coloration électro-chimiques. Grâce à lui l'art de l'horlogerie est aujourd'hui en possession de méthodes toutes nouvelles qui assurent la conservation de ses produits en en rehaussant l'éclat.

Ainsi le lecteur aura d'un côté le travail consciencieux de M. Selmi pour ce qui concerne l'histoire et la théorie de la dorure électrique, et de l'autre M. Mathey viendra lui e

gner ces mille *petits riens* nombreux, ces tours de main qui dans une pratique raisonnée assurent constamment le succès.

Grâce à ces deux guides, il n'est pas douteux que dans un avenir très-rapproché la dorure électro-chimique ne prenne un nouvel essor, aujourd'hui surtout qu'elle vient d'être dégagée des entraves que lui apportaient les brevets Elkington et de Ruolz. Lancée désormais dans le domaine public, chacun voudra lui apporter le concours de son expérience, et quelques années suffiront pour la faire arriver à un degré de perfection plus élevé que celui qu'elle a pu atteindre pendant les 15 années de la prohibition.

Disons-le cependant, une préoccupation pénible vient atténuer la joie que nous éprouvons en voyant l'art de la dorure électrique rendu à la liberté. C'est cette liberté même que nous redoutons pour son avenir. On ne peut malheureusement pas se le dissimuler, nous vivons dans un siècle de contrefaçons, de falsifications et de sophistications de tout genre ; faut-il s'en prendre à l'avarice du consommateur qui voudrait tout avoir à vil prix, ou à la cupidité du producteur qui s'efforce de donner le moins pour le plus d'argent possible. Plutôt que de décider la question, il vaut mieux peut-être donner tort à tous deux, car ils ont l'un et l'autre des reproches à se faire. Il est donc malheureusement à craindre, qu'entre des mains peu délicates la dorure et l'argenture électriques ne deviennent un nouveau moyen de tromperie ; il est si facile d'abuser de la bonne foi de l'acheteur en lui fournissant des objets revêtus d'une pellicule pour ainsi dire impondérable d'or ou d'argent ! N'avons-nous pas vu déjà l'industrie française du plaqué d'argent, frappée d'un véritable

ostracisme sur les marchés étrangers, par suite de la différence scandaleuse qui existe trop souvent entre la marque du poinçon et le titre véritable!

Fort heureusement nous vivons sous un prince ennemi de la fraude, et les tribunaux ont commencé avec une louable énergie à poursuivre le vol commercial sous quelques formes habiles qu'il cherche à se dissimuler. Il serait fâcheux que la dorure électrique vînt offrir un nouvel aliment à ces utiles répressions. Nous espérons encore qu'il n'en sera pas ainsi, et l'appel que nous faisons à cette loyauté, à cette probité française jadis proverbiale dans le monde entier, sera entendu par tous les fabricants honnêtes. Déjà plusieurs maisons honorables ont pris l'initiative d'une sincérité scrupuleuse dans leurs travaux de dorure et d'argenture; que les autres suivent cet exemple; c'est à ce prix seulement que la dorure et l'argenture nouvelles pourront occuper dans les arts et dans le monde commercial le haut rang que leur assigne une origine toute scientifique.

A cette édition nous avons cru devoir joindre un mémoire fort intéressant que vient de publier M. Smee, auteur du Traité de Galvanoplastie sur la fabrication du nouveau billet de la banque d'Angleterre, où l'on trouvera de précieux renseignements pratiques, ainsi qu'un mémoire de M. Krzyczrowski pour précipiter les métaux sur les métaux par des procédés qui paraissent complètement exempts d'émanations insalubres.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE

DORURE ET D'ARGENTURE

ELECTRO-CHIMIQUES.

CHAPITRE PREMIER.

Découverte de la Dorure électro-chimique.

Préliminaires historiques sur la découverte d'une méthode électro-chimique pour précipiter un métal sur un autre. — Louis Brugnatelli découvre l'application du cuivre, du mercure et de l'or sur les métaux, et publie son procédé de dorure au moyen de la pile ; — Marianini d'abord, Majocchi et d'autres un peu plus tard, rappellent cette découverte ; — Grimelli trouve des documents qui la démontrent d'une manière évidente. — Expériences de Grimelli et de Selmi pour arriver à dorer par la méthode de Brugnatelli, et sur les simples indications de ce dernier. — Publication, en 1842, par le Journal *Felsineo*, d'un document qui fait connaître en quoi consiste le procédé de Brugnatelli.

En attendant, l'honneur de la découverte appartient à celui qui a jeté les bases de l'art.

BECQUEREL, *Éléments d'Électro-Chimie.*

Il arrive souvent qu'une découverte présentée comme nouvelle, si on la dépouille de tout le merveilleux dont la renommée l'a entourée, n'est que la reproduction d'un fait ou d'une idée déjà publiée plusieurs années ou même plusieurs siècles auparavant. Et tandis qu'une nation revendique l'honneur de cette découverte pour quelqu'un des siens, une autre nation se présente et vient réclamer pour elle la

priorité, apportant à l'appui de ses prétentions la preuve évidente que la découverte était déjà connue chez elle. La gloire, qui semblait alors acquise à la première, ne revient-elle pas tout entière à la seconde? Si le peuple chez lequel la découverte a pris naissance, la cultive, l'étudie et cherche à l'étendre, il n'y a pas de doute qu'il peut, à lui seul, en revendiquer l'honneur. Mais si au contraire il la néglige, et que, par suite de son incurie, elle vienne à tomber dans l'oubli, qu'on ne l'en blâme pas trop sévèrement, et que la gloire se répartisse entre celui qui, le premier, a fait la découverte, et celui qui, dans la suite, l'a publiée de nouveau, sans en avoir eu connaissance. L'Italie, qu'on peut blâmer à juste titre d'avoir souffert que les nations étrangères s'emparassent de tant d'inventions brillantes et utiles nées dans son sein, n'est point encore exempte de reproche cette fois. En effet, la méthode de dorure par la pile, qui a été un juste sujet d'éloges et de récompenses pour MM. de la Rive, Elkington et de Ruolz, avait été trouvée, trente-six ans auparavant, par un de ses savants; et il ne s'est pas borné seulement à la découvrir, il l'a encore rendue publique et appliquée aux arts. Un chimiste célèbre de Pavie, Louis Brugnatelli, a été de beaucoup antérieur à tous les autres pour la découverte et la publication de la dorure électro-chimique; et quoi qu'on puisse dire, en 1840 comme aujourd'hui, ce fait est d'une vérité incontestable.

Ainsi que nous l'exposerons au chapitre suivant, M. Auguste de la Rive, savant professeur de physique à Genève, a publié un mémoire très-remarquable où il démontre qu'il était parvenu à produire la dorure sur l'argent et le laiton, en employant une dissolution d'or et l'action décomposante d'un faible courant électrique. Dès le premier moment de la publication de cette importante notice, le célèbre professeur Marianini fit remarquer que l'application de l'électricité à la dorure paraissait avoir déjà été faite, puisqu'un habile artiste en orfèvrerie de Pavie lui avait déclaré, en 1818, qu'il dorait facilement et à bon marché au moyen de la pile de Volta (1). Sur ce document, le professeur Majocchi d'abord, et plus tard le professeur Grimelli s'appliquèrent à rechercher dans quel ouvrage de chimiste italien on pourrait trouver des renseignements et des indications relatifs à la dorure électro-chimique. Majocchi se borna à retrouver et à publier dans ses

(1) Metodo per ottenere i bassi rillievi in rame senza apposito elettro-motore Voltaico. Lettera I, al fratello Dottor Pietro Marianini (nota) Iride Novarese, Nos 26, 27, anno 1840.

Annales (1) : que Brugnatelli avait non-seulement doré, mais encore appliqué du cuivre et du mercure sur les métaux, en employant une solution d'or, de cuivre ou de mercure, réduite par le courant d'une pile composée.

Grimelli alla plus loin, et il trouva :

1° Qu'à peine la merveilleuse pile de Volta était-elle sortie des mains de son inventeur, que déjà Brugnatelli observait les phénomènes les plus singuliers de l'électro-chimie ; que dès la fin de l'année 1800, il avait déjà commencé à remarquer la réduction, le transport, la précipitation et la cristallisation du métal dissous sur le pôle négatif;

2° Que les propriétés et la puissance de l'électricité voltaïque furent promptement reconnues, puisqu'en 1802 Brugnatelli lui-même indique le choix à faire entre les solutions métalliques les plus propres à offrir la réduction du métal qui leur sert de base, et que parmi elles, il signale les ammoniures métalliques, comme les plus propres à une application pratique;

3° Que, dans la suite, Brugnatelli a achevé de démontrer, vers la fin de 1805, comment, en vertu des mêmes principes électro-métallurgiques, l'ammoniure d'or, dissous dans une menstrue convenable, peut servir à dorer l'argent par le moyen de la pile voltaïque ;

4° Qu'entre les années 1816 et 1818, Brugnatelli a encore reconnu les propriétés électro-chimiques du sulfate de cuivre, au moyen duquel le plus faible courant électrique, traversant une dissolution de ce sel, peut réduire le métal dissous et le recomposer à la surface d'un autre métal, ou même sur du charbon constitué à l'état négatif (2);

5° Enfin, qu'on doit encore au chimiste italien d'avoir ajouté l'électricité passagère aux travaux du physicien de Lamague. Les travaux électro-chimiques de Brugnatelli, à l'aide desquels il semble avoir désespéré de pouvoir opérer en grand, sont néanmoins d'autant plus dignes d'attention, qu'ils s'éloignent davantage des facilités introduites aujourd'hui dans les procédés de dorure électrique (3).

Le professeur de Modène est amené à ces conclusions par les paroles de Brugnatelli lui-même, insérées dans les *Annales de Chimie*, dont il fut le rédacteur pendant plusieurs

(1) Annali di Chimica, Fisica et Matematiche diretti dal Prof. A. Majocchi, tomo III, pag. 215-216, anno 1841.

(2) Elettro-metallurgia Italiana. — Foglio di Modena, 8 febbrajo 1844. — Nuovi annali delle scienze naturali, tomo X, pag. 430, 435, Bologna.

(3) Foglio di Modena (Appendice), No 298, 9 maggio 1844.

années, et bien avant qu'on en ait encore tiré aucune indication au moyen de laquelle on pût dire le problème résolu et la découverte de Brugnatelli vérifiée dans toute son étendue. L'indication expresse qu'en donne le célèbre inventeur dans les termes suivants, sert de complément à un Mémoire qu'il a écrit relativement aux découvertes les plus importantes, faites en chimie pendant l'année 1804 : « *Nos recherches nous ont conduit encore, dans le cours de l'année dernière, à d'utiles résultats... nous avons démontré que l'ammoniure d'or* (1) *peut servir à dorer au moyen de la pile voltaïque* (2). »

Grimelli, dans la suite, rechercha la manière d'obtenir la dorure au moyen de la pile et de l'ammoniure préparé suivant la formule décrite dans les *Eléments de Chimie* de Brugnatelli, mais il n'obtint aucun résultat satisfaisant; et en me rendant compte des intéressantes expériences qu'il avait faites dans le louable but de vérifier la découverte de Brugnatelli, il m'engagea à faire de mon côté des recherches pour la reproduire. Mes premiers essais furent entrepris avec l'ammoniure primitif de Brugnatelli, préparé comme il l'enseigne, en dissolvant de nouveau, dans un excès d'ammoniaque, l'ammoniure insoluble précipité du chlorure d'or par le même alcali, puis recueilli sur un filtre et lavé à diverses reprises; j'opérai cette dissolution tantôt à froid, tantôt à chaud, et je n'obtins qu'un faible résultat. Le liquide aurifère soumis au courant d'une pile électrique simple ou composée, énergique ou faible, ne produisit qu'une très-mince couche d'or sur une lame d'argent qui y fut plongée en communication avec les deux pôles. L'assertion de Grimelli se trouva ainsi pleinement confirmée. Il me vint alors à l'idée que Brugnatelli avait sans doute opéré avec un ammoniure d'or différent de celui qui est décrit dans ses *Eléments de Chimie*; avec un ammoniure impur, c'est-à-dire contenant des sels ammoniacaux qui peuvent se former dans

(1) Brugnatelli désigne, sous le nom d'ammoniure d'or, le liquide résultant de la solution du dépôt qui se forme par l'effet de l'ammoniaque sur le chlorure d'or, dans un excès du même alcali. Il pense que le véritable ammoniure, c'est-à-dire le composé insoluble, forme un oxyde d'or : *thermoxyde*. C'est pourquoi toutes les recherches faites avec l'ammoniure d'or non dissous dans un excès d'ammoniaque, eurent lieu en dehors du point de vue de Brugnatelli. Celui-ci, loin d'employer l'ammoniaque comme un simple dissolvant, s'en servit comme d'un composé indispensable à la constitution de son ammoniure d'or.

(2) Annali di chimica, etc., compilati dal Brugnatelli, tomo XXII, pag. 22. Pavia, *1805*.

solution d'or par l'eau régale avec excès d'acide et
niaque. Pour vérifier cette conjecture, je recherchai
si l'ammoniure était soluble dans un mélange de
et de chlorhydrate d'ammoniaque avec excès d'alcali.
, j'observai qu'à froid l'ammoniure se sépare peu à
contact de ce liquide, et qu'il se dissout. A chaud,
tion s'opère plus promptement. Les deux liquides,
jaunâtres par la présence de l'or, produisirent la
sous l'influence du courant d'un simple couple voltaï-
ngé dans une dissolution de sel marin. Cette dorure
it très-lentement, de sorte qu'en une demi-heure, à
ne légère pellicule d'or se faisait remarquer sur l'ar-
u bout de deux heures, la couche d'or paraissait
ment épaisse, elle avait une belle couleur jaune d'or,
it nette et séparée du dépôt d'or réduit. Ayant sup-
le nitrate d'ammoniaque dans la composition du li-
lissolvant de l'ammoniure d'or, je fis bouillir ce der-
ns une solution aqueuse de chlorhydrate d'ammonia-
ec excès d'alcali, et j'obtins un liquide aurifère qui se
ta comme le précédent; je remarquai avec surprise
ns ce mode de dorure, la couche d'or se montrait
s plus épaisse sur la lame d'argent communiquant
pôle positif, que sur celle qui est attachée au pôle
, quelquefois même j'obtins la dorure sur la première,
e la seconde se soit couverte de la plus petite par-
or.

s avoir essayé le couple voltaïque, je soumis la li-
u courant d'un appareil à diaphragme de baudruche
Rive. La dorure s'y effectua beaucoup plus vite, la
d'or prit une épaisseur plus grande, mais la lame
t, au sortir du bain, était salie par une couche noire
lente cédant facilement à l'action du frottement et
quelle la surface paraissait très-bien dorée. Réfléchis-
rs que l'action seule du chlorhydrate d'ammoniaque
nmoniure s'était opérée par la transformation de ce
en chloro-ammoniure, et cette supposition me pa-
t confirmée, jusqu'à un certain point, par une odeur
istincte d'ammoniaque qui se développe en faisant
l'ammoniure bien lavé et le chlorhydrate sans excès
, je voulus connaître si le chlorure d'or dissous avec
ammoniac pourrait produire une liqueur à dorer sem-
à celle qui vient d'être décrite. J'en fis l'essai, et
soumis à diverses expériences, j'obtins le même suc-
oique tous ces faits soient de nature à faire adopter
hèse dont j'ai parlé, je ne puis toutefois l'embrasser,

et parce que je n'ai pas de preuves suffisantes pour la démontrer d'une manière irréfragable, et parce que d'autres faits qui seront rapportés plus loin m'ont conduit à une opinion toute contraire. Dans le but d'améliorer le liquide, et pour lui ôter le fâcheux inconvénient de noircir l'objet à dorer, j'y ajoutai une solution de cyano-ferrure de potassium, et je mélangeai avec soin le chlorure d'or et ce double cyanure, le liquide étant rendu plus alcalin par une addition d'ammoniaque. Aussitôt que je versai dans la solution le cyano-ferrure, le liquide se troubla et déposa, au bout de quelques minutes, des flocons d'un vert bleu sale (1), et prit ensuite une belle couleur jaune foncé (2). J'employais les proportions suivantes : sel ammoniac 10 grammes; eau 110 grammes; ammoniure d'or 25 grammes; solution de cyano-ferrure de potassium, 30 gouttes; ammoniaque, autant qu'il en faut pour donner au mélange une odeur particulière bien distincte (3).

Ce bain d'or est d'une grande sensibilité, puisque, après avoir été étendu d'une grande quantité d'eau, et soumis à l'action d'un très-faible courant, tel que peut fournir un tube à diaphragme de 8 centimètres environ de hauteur, sur 2 centimètres de largeur, il dépose en moins d'une heure une couche d'or suffisante sur l'argent. La dorure qui en résulte est d'une couleur jaune foncé, et, après avoir subi l'action du brunissoir, elle ressemble beaucoup à la dorure épaisse faite au feu. Mais ce liquide a le grave inconvénient de produire un précipité rougeâtre lorsqu'il a servi pendant quelques heures à dorer, et ce dépôt une fois formé, la dorure prend un aspect sale. J'ai rapporté la composition de ce bain, qui peut encore être préparé avec le chlorure d'or, non pas que je le regarde comme préférable aux autres combinaisons qui en diffèrent, mais seulement parce que la dorure jaune foncé qu'il produit, peut quelquefois être mise à profit par les artistes doreurs. L'addition du cyano-ferrure de potassium paraît aider à la transformation en cyanure de la portion de chlorure d'or combiné avec l'ammoniure d'or et le sel ammoniac; et la présence d'un alcali en excès rend la do-

(1) La couleur bleue est due au fer précipité à l'état de bleu de Prusse.
O. M.

(2) La formation d'un dépôt vert-bleu indique sans doute la présence de chlorure d'or dans le liquide; car le cyano-ferrure ne produit aucun effet dans les liquides qui contiennent seulement des chlorures alcalins.

(3) *Le carbonate de soude ou de potasse est préférable, sous tous les rapports, à l'ammoniaque pour précipiter le fer.* O. M.

rure plus prompte et détermine la formation d'un précipité vert bleuâtre. Si le liquide n'est que légèrement alcalin, la réduction ne réussira pas complètement; s'il est neutre ou acide, elle prendra une couleur vert sombre, et le précipité sera très-mince, ou n'aura même pas lieu.

Les résultats que j'ai obtenus ont été exposés par moi dans une lecture publique, faite le 25 avril au Lycée royal de Reggio; je les fis connaître à Grimelli, qui voulut bien les citer honorablement dans son article inséré dans la *Feuille de Modène*, du 9 mai 1844. Qu'il en reçoive ici mes remerciements (1)! Ce même article contenait une nouvelle publication du procédé originaire de Brugnatelli, avec tous les détails nécessaires pour le reproduire. Le même procédé avait déjà été publié en mars 1842, dans le petit journal de Bologne, *le Felsineo*; il avait même été indiqué, en 1807, dans la *Bibliotheca di Campagna de Cagliardo*, mais d'une manière trop vague pour être l'objet d'une attention sérieuse. En effet, on connaissait à peine le livre où ce moyen avait été publié, et l'annonce faite par Grimelli, que le chimiste de Pavie avait employé l'ammoniure d'or, fait bien voir à quel point cette découverte était restée ensevelie dans l'obscurité.

Si, déjà antérieurement, on n'en avait pas eu quelque connaissance, personne ne se serait fatigué à dorer avec l'ammoniure d'or dissous dans l'ammoniaque liquide; et en rapportant l'article de Grimelli en entier, ou par extrait, dans un autre journal (2), comme cela arrive, les compilateurs n'avaient pas oublié de remarquer qu'il avait été déjà indiqué, lors de la publication du procédé complet. Je suis d'ailleurs assez satisfait d'avoir été conduit par voie d'induction à

(1) Voici dans quels termes Grimelli rend compte de mes essais : « F. Selmi a fait essai des expériences sur la dorure électrique; il essaya l'ammoniure d'or à la manière de Brugnatelli, et fit connaître dans un Mémoire, qu'il lut publiquement, les résultats les plus intéressants. Il signale comme un des plus importants, la préparation d'un sel d'or avec l'ammoniure d'or que l'on fait digérer et dissoudre à chaud dans une solution aqueuse de sel ammoniac, pour arriver à dorer l'argent. Selmi trouva aussi que le bain d'or s'améliore en y ajoutant du cyano-ferrure de potassium. »

D'après cet article, il paraîtrait que Grimelli avait aussi, tout récemment, vérifié la méthode de dorure de Brugnatelli, et qu'un habile professeur de chimie à l'Université de Modène, M. Giovanni Giorgini, avait répété avec succès les mêmes expériences en dissolvant en outre l'ammoniure d'or dans l'acide hydrochlorique étendu.

(2) *Recueil médical de Fano*, rédigé par le professeur Malagodi; — Annuaire des sciences pharmaco-chimiques de Sembenini; — Gazette d'Augsbourg; — Gazette de [illegible], etc.

le deviner et à le reproduire très-approximativement. Chacun pourra s'en convaincre en lisant la description tirée de la *Bibliothèque* de Gagliardo, que je répète ici textuellement :

« *Arts et manufactures. Manière de dorer les médailles et les petits objets d'argent au moyen du galvanisme, par* BRUGNATELLI, *professeur de chimie à l'Université de Pavie.* »

« Prenez une partie saturée d'or dissous par l'acide hydrochloro-nitrique (chlorure d'or), ajoutez-y six parties d'ammoniaque liquide ; la dissolution s'y décompose, et il se précipite un thermoxyde d'or, qui se dissout aussitôt en partie pour former l'ammoniure d'or. On recueille ce mélange dans un vase de verre. Les objets destinés à être dorés sont fixés solidement à un fil d'acier ou d'argent que l'on fait ensuite communiquer au pôle négatif d'une pile voltaïque. L'objet en argent qui doit être doré plonge entièrement dans le liquide contenant l'ammoniure d'or ; le courant galvanique est fermé par une grosse bande de carton mouillé, qui, de l'ammoniure, passe au pôle positif de la pile. En quelques heures l'argent se trouve entièrement doré par l'action galvanique. La dorure peut être mise en couleur par les moyens ordinaires, et on lui fait prendre le plus vif éclat avec le gratte-boesse des doreurs. » (*Bibliotheca di Campagna*, etc., *tomo* X, *pag.* 185, 186. *Milano*, 1807.)

Je terminerai le présent chapitre, qui était indispensable dans un Manuel de dorure électro-chimique publié par un Italien, en concluant : que Brugnatelli peut revendiquer l'honneur insigne d'avoir le premier produit la dorure par la méthode électro-chimique, et l'honneur plus grand encore de l'avoir appliquée au profit des arts ; car il ne s'est pas contenté d'une découverte si belle par elle-même, il a encore su la rendre utile au monde civilisé. L'Italie ne s'est pas fait beaucoup d'honneur en négligeant et en oubliant une pareille découverte (1), tandis que si elle avait eu plus à cœur la cause de ses enfants, elle pourrait encore maintenant étaler un pareil avantage aux yeux des étrangers (2). Et qui sait si la galvanoplastie n'est pas sortie de l'Italie à la

(1) On pourra dire que les malheurs du temps ont empêché les Italiens de mettre en pratique la découverte de Brugnatelli ; mais l'Italie n'était point alors travaillée par une guerre intérieure capable d'interrompre le cours de ses études, ainsi que le prouve l'état alors si florissant des Universités de Pavie et de Padoue. Voyez plutôt le livre XXIII de l'*Histoire d'Italie*, par Botta, où sont racontés les savants et utiles travaux faits à cette époque dans l'intérêt public, travaux que nous considérons comme très-*remarquables pour* le progrès des sciences et des beaux-arts.

(2) ...*lois prévenir toute espèce* de reproche qu'on pourrait être tenté d'adresse...

suite de la dorure électrique? Qui sait si la pile de Bunsen n'a pas été trouvée en étudiant attentivement les propriétés électro-négatives du charbon, déjà remarquées par Brugnatelli? Qui sait enfin....? Que cette leçon qui renferme un grand enseignement serve pour nous et pour l'avenir!

M. de la Rive, pour n'avoir rien dit de la découverte de Brugnatelli dans son Mémoire *sur la dorure électro-chimique*. Je dirai donc que, bien que cette découverte ait été imprimée, comme elle a été publiée dans un journal italien qui a paru il y a plus de 47 ans, il n'a certainement pas pu en avoir connaissance. On objectera peut-être que c'était pour lui un devoir de consulter les ouvrages publiés antérieurement, pour s'assurer qu'il n'avait été prévenu par personne; mais comment passer en revue tous les ouvrages et tous les journaux scientifiques publiés dans toutes les langues? et lorsqu'on a compulsé les ouvrages classiques les plus estimés, les traités les plus étendus et les mieux faits, cela ne doit-il pas suffire? Il serait bien malheureux que, pour conserver la priorité d'une découverte, les savants fussent obligés de rechercher tout ce qui a été publié sur la science à laquelle elle se rattache, et de feuilleter jusqu'aux journaux. La vie entière ne suffirait pas à un pareil travail.

D'autres pourront ajouter que, depuis la découverte du document qui a rapport à l'*invention* de Brugnatelli, il aurait été convenable à M. de la Rive d'abandonner la prétention d'avoir opéré *indépendamment* de toute connaissance du travail de Brugnatelli. Si M. de la Rive devait renoncer à une prétention, ce serait plutôt à celle de la *priorité* que de l'*indépendance*; car il est très-probable que les deux savants, l'un à une époque éloignée, l'autre tout récemment, ont eu tous les deux la même idée et sont *arrivés* à la même découverte, sans avoir connaissance du travail l'un de l'autre. Celui donc qui a été le dernier à publier cette découverte, tout en renonçant à la *priorité*, peut néanmoins conserver la prétention d'inventeur, puisque ses expériences ont été faites en l'absence de tous renseignements.

CHAPITRE II.

Procédé de M. de la Rive.

Mémoire sur la dorure électrique publié par M. de la Rive en 1840. — Recherches ultérieures de MM. Boettger, Elsner et Smee, sur le procédé de de la Rive.

> Immédiatement après la découverte de M. de la Rive, les physiciens et les industriels, en France, en Angleterre, en Allemagne, dans toute l'Europe en un mot, se mirent à l'œuvre....
>
> BECQUEREL. *De l'application aux arts des propriétés électro-chimiques de l'or.*

A la fin de 1840, personne ne paraissait plus s'occuper de la dorure électro-chimique, et, dans l'histoire de ce nouvel art, né de l'heureuse association de deux sciences jumelles, la physique et la chimie, on n'avait apporté aucun document nouveau en dehors de l'indication fournie par l'orfèvre de Pavie, qui, en 1818, avait annoncé qu'il connaissait la manière de dorer au moyen de la pile. Ce fut seulement en 1850, 36 ans après Brugnatelli (1), que M. de la Rive vint réveiller l'attention de tous les physiciens et chimistes du

(1) Le tome XI de la *Revue scientifique et industrielle de Quesneville* (Paris, 1842) contient un long article de M. Boquillon sur l'électrotypie. On y remarque les paroles suivantes, qui démontrent que la découverte de Brugnatelli est antérieure à la date citée par Grimelli : « Mais M. de la Rive est-il, à son tour, le premier qui ait songé à dorer au moyen d'un courant électrique ? Le paragraphe suivant que j'extrais d'une lettre de Brugnatelli, publiée dans le tome V du *Journal de Chimie*, de Van Mons, 1803, page 357, répondra à cette question. »

« J'ai dernièrement doré, d'une manière parfaite, deux grandes médailles d'argent en les faisant communiquer, à l'aide d'un fil d'acier, avec le pôle négatif d'une pile de Volta, et en les tenant, l'une après l'autre, plongées *dans l'ammoniure d'or nouvellement fait et bien saturé.* »

La grande différence qui existe entre le procédé de Brugnatelli et celui de M. de la Rive, quant à la nature de la solution employée à la dorure, semble disculper entièrement le physicien de Genève d'avoir eu connaissance des expériences faites avant lui; d'autant plus qu'à l'époque de sa découverte, on n'avait encore donné aucune indication du *procédé de Brugnatelli* dans les journaux français.

monde civilisé, sur cet important sujet. C'est donc à lui que revient l'honneur d'avoir appelé leurs recherches vers ce but utile et qui devait être si fécond en admirables résultats. Un sentiment louable d'humanité poussa le célèbre Génevois à se servir de la pile pour dorer : il voulait prévenir les maladies graves auxquelles sont exposés les ouvriers qui pratiquent la dorure au mercure, en volatilisant ce dernier par l'application de la chaleur. Tout le monde sait que le mercure, en proportion convenable, est salutaire et rend la santé; mais qu'absorbé à une certaine dose, il occasionne de graves accidents et même la mort. Les ouvriers doreurs ont appris, par une triste expérience, à connaître les effets désastreux des vapeurs mercurielles, qui, absorbées par la respiration et par la peau, se répandent peu à peu dans toutes les parties du corps, y occasionnent de graves désordres et trop souvent conduisent à une mort inévitable et prématurée. Combien donc fut heureuse l'idée de trouver un moyen plus facile et plus commode de dorer les métaux avec un liquide aurifère et le courant électrique ! combien plus louable encore est le but de procurer à des malheureux la facilité d'exécuter leurs travaux sans compromettre leur santé et leur vie ! Il est vrai que personne, maintenant, ne suit plus la méthode de M. de la Rive, mais on ne lui en doit pas moins les mêmes obligations, puisqu'il lui reste toujours le mérite d'avoir, le premier, donné l'impulsion à la recherche d'un procédé capable de satisfaire à toutes les exigences de l'art, en réunissant les deux circonstances indispensables pour rendre le procédé pratique : c'est-à-dire un bain d'or facile à décomposer par un faible courant électrique, et un appareil assez simple pour que chacun puisse facilement le construire, et cependant propre à fournir le courant électrique nécessaire pour décomposer le liquide.

Dans l'intérêt historique, nous rapporterons en peu de mots le procédé de M. de la Rive, que nous extrairons de son mémoire. On verse, dit-il, une solution de chlorure, aussi neutre que possible et très-étendue : (5 à 10 milligrammes d'or par centimètre cube de solution), dans un sac cylindrique formé d'une membrane de vessie ; ce diaphragme est plongé dans un vase de verre contenant de l'eau convenablement acidulée, et il baigne lui-même dans la dissolution d'or. Si on le préfère, on versera l'eau acidulée dans le diaphragme et l'on y plongera le zinc, tandis que la solution d'or sera renfermée dans le vase de verre où plongera l'objet à dorer. Au bout d'une minute, ou un peu plus, on retire l'objet, *on l'essuie* avec un linge fin, en frottant vigou-

reusement les endroits qui ont pris la dorure. Après deux ou trois immersions semblables, la dorure sera suffisamment épaisse pour qu'il devienne inutile de recommencer l'opération.

Les précautions dont il faut tenir compte sont : la faiblesse du courant, l'acidulation de l'eau avec une petite quantité d'acide sulfurique ou nitrique, et l'immersion plus ou moins profonde de la lame de zinc. On ne doit pas non plus négliger de bien polir l'objet avant la première immersion et après chacune des autres. Dans l'un et l'autre cas, on l'essuiera avec un soin tout particulier; car, sans cette précaution, dans le premier cas, la couche d'oxyde, de graisse, ou d'autre nature qui ternit la surface de l'objet, empêcherait la précipitation et l'adhérence de l'or; dans le second cas, l'objet resterait noir, en sortant du liquide, et dans les immersions ultérieures, il se couvrirait d'une couche noire pulvérulente. On ne doit enfin plonger l'objet qu'après avoir tout disposé, afin qu'il ne se trouve pas en contact avec la solution d'or avant l'établissement du courant électrique qui, exerçant une action directe sur le métal à dorer, attaquerait sa surface, et la rendrait impropre à recevoir une dorure convenable.

M. de la Rive a doré, à l'aide de son procédé, l'argent, le laiton, le cuivre, l'acier préalablement cuivré, et quelquefois les roues d'horlogerie.

M. Boettger ne tarda pas à faire de nombreuses expériences sur le procédé de M. de la Rive, mais toutefois sans le modifier. Il employa une solution neutre d'or et un appareil simple dont je ne parlerai pas, parce que sa construction est semblable à celle adoptée par Elsner, que je décrirai dans un instant, et dont je donnerai la figure (*voyez* page 34). Outre les métaux désignés par M. de la Rive, Boettger réussit à dorer le fer et l'acier, mais il échoua sur le maillechort (packfong) et autres alliages semblables, le fer-blanc et l'étain. Il regarde comme indispensable, pour les objets d'acier, de les débarrasser, avant de les plonger dans le bain d'or, de la couche d'oxyde bleue dont ils sont couverts, par une immersion dans l'acide chlorhydrique étendu.

Elsner apporta quelques perfectionnements au procédé en rendant la solution d'or alcaline par l'addition d'un peu de carbonate de soude, et il constata qu'au moyen de cette modification les objets dorés prennent une couleur d'or plus franche, et jamais cette teinte jaune verdâtre que leur donne un liquide acidulé. Il remarqua, en outre, que le côté de *l'argent* qui regarde le pôle positif (en employant l'appareil

simple que nous décrirons plus loin), se dore mieux que celui qui est tourné vers le pôle négatif. Enfin, il produisit une légère couche d'or sur des morceaux d'argent décapés par l'acide chlorhydrique étendu en les plongeant simplement dans la solution d'or, les retirant au bout de trois minutes, les frottant avec soin et les immergeant de nouveau, etc.

M. Smee fut le dernier qui chercha à modifier ce procédé ; il employa une solution d'or légèrement acide, et la composa à l'aide d'une batterie électrique dont il est l'inventeur.

Quoi qu'il en soit, toutes ces méthodes sont aujourd'hui abandonnées pour en suivre de meilleures, que je m'abstiendrai pour le moment de décrire plus en détail.

CHAPITRE III.

Découvertes de MM. de Ruolz, Elkington et Elsner.

Dorure au moyen du cyanure et du cyano-ferrure ; — MM. de Ruolz et Elkington conseillent l'emploi du cyanure dans lequel ils dissolvent l'or pour composer la liqueur à dorer ; — MM. Louyet et Perrot réclament la priorité de cette invention ; — M. de Ruolz l'emporte sur M. Elkington ; — Expériences de la Commission nommée par l'Académie des Sciences de Paris, et rapport de M. Dumas ; — Recherches et expériences d'Elsner pour vérifier la méthode proposée et résultats obtenus ; — Inconvénients du procédé français, corrigés par Elsner ; — Préparation du chlorure d'or ; — Liqueur et appareil convenables pour dorer les petits objets ; — Bain d'or et appareil propres pour les grands objets ; — Durée de l'immersion ; — Polissage des objets, et conseils indispensables pour la réussite de l'opération ; — Dorure de l'intérieur des vases.

> Du choix des dissolutions dépendait le succès de l'application des métaux. Sous ce rapport, M. de Ruolz a été heureux, car celles dont il s'est servi sont les plus avantageuses qu'on ait encore trouvées jusqu'ici.
>
> BECQUEREL.

Malgré les perfectionnements apportés par MM. Boettger et Elsner au procédé de M. de la Rive, on n'avait pas encore obtenu des résultats de nature à faire abandonner l'ancien procédé de dorure par amalgame, pour lui substituer la méthode électro-chimique. En effet, l'industrie ne pouvait pas se contenter d'un procédé donnant une dorure si peu épaisse et présentant quelquefois une teinte rougeâtre ou verdâtre ; il fallait pouvoir obtenir constamment cette belle couleur jaune qui caractérise l'or pur. Un mémoire présenté par M. de Ruolz, chimiste français, à l'Académie des Sciences de Paris, vint apporter un remarquable perfectionnement à la dorure électro-chimique ; et, du jour où la nouvelle méthode fut connue, publiée et confirmée par l'expérience, les ouvriers intelligents comprirent qu'elle devait, sans aucun doute, être préférée à l'ancien procédé ; et bientôt les four-

neaux et la couche de mercure et d'or dont on couvrait les objets à dorer furent abandonnés, pour être remplacés par une solution d'or, et par la pile à courant constant, ou autres appareils galvaniques plus simples.

C'est en 1841 que M. de Ruolz déposa la description de son procédé à l'Académie de Paris. Dans le même temps, M. Elkington communiqua à ce corps savant une méthode pour laquelle il avait obtenu un brevet d'invention quelques jours avant la première publication de M. de Ruolz, et, par une singularité remarquable, il se trouva que tous deux avaient opéré d'une manière absolument identique; que tous deux avaient produit une fort belle dorure, en employant une solution de cyanure d'or dans un autre cyanure (1). Quant à la priorité de l'emploi du cyanure de potassium, M. Louyet la réclama peu de temps après comme sa propriété prétendant que, comme il l'a publié dans les Annales de l'Académie de Bruxelles et dans un Mémoire de chimie lu par lui au cours public de l'école centrale de Bruxelles, il avait déjà doré l'argent à la vue de tout le monde, en se servant de bi-sulfure d'or dissous dans le cyanure de potassium, et en décomposant cette solution par la pile voltaïque. M. Perrot, de Rouen, fit aussi la même réclamation.

Quoique MM. Louyet et Perrot soient évidemment les premiers qui aient employé le cyanure de potassium, et que M. Elkington vienne ensuite concurremment avec M. de Ruolz, ce dernier a néanmoins le mérite d'avoir essayé les bains d'or de tant de manières, et de compositions si différentes, qu'il nous paraît le seul capable de décider celle de toutes les formules qui doit obtenir la préférence.

M. de Ruolz a opéré successivement sur les composés des substances suivantes :

1° Le cyanure d'or dissous dans le cyanure simple de potassium;

2° Le cyanure d'or dissous dans le cyano-ferrure jaune de potassium;

3° Le cyanure d'or dissous dans le cyano-ferrure rouge de potassium;

4° Le chlorure d'or dissous dans les mêmes combinaisons de cyanure et de cyano-ferrure de potassium;

(1) Le liquide décrit par M. Elkington, dans son brevet d'invention, est composé de 8 grammes 25 centigrammes d'oxyde d'or, 5 hectogrammes de cyanure de potassium et 4 litres d'eau. On fait bouillir le mélange pendant une demi-heure, et il est propre à dorer immédiatement. A la température bouillante, il dore très vite; à froid, l'opération est plus lente.

5º Le chlorure d'or et de soude dissous dans le carbonate de soude ;

6º Le sulfure d'or dissous dans le sulfure neutre de potasse.

M. Dumas, dans le rapport qu'il a présenté à l'Académie (1), fait remarquer qu'encore bien que les formules indiquées sous les Nos 1, 2 et 3 soient propres à donner une bonne dorure, néanmoins, celles qui figurent sous les Nos 4, 5 et 6, doivent être préférées dans la pratique, parce qu'elles sont moins coûteuses ; il recommande même particulièrement le composé d'un double sulfure (Nº 6), d'autant plus que, dans les expériences faites par la Commission, le soufre n'a pas attaqué le moins du monde les métaux les plus sensibles à son action, lorsqu'on les plongeait dans un semblable bain d'or. Toutefois, pour les expériences d'essai, on fit choix d'un liquide composé de : une partie de chlorure d'or, 10 parties de cyanoferrure de potassium (prussiate jaune de potasse), et 100 parties d'eau. Dans cette solution, préparée à chaud, on immergea, à différents degrés de température, des lames d'argent d'une dimension fixe, et, en les soumettant à l'action d'une pile composée de douze éléments, on obtint une dorure parfaite. A chaud, la dorure s'effectua plus vite, et la couche d'or réduit était plus épaisse qu'en opérant à froid. Dans toutes les immersions, qui durèrent deux minutes, le dépôt d'or augmenta régulièrement.

Dans tous ces essais, la Commission constata que la proportion d'or précipité, lors de la première immersion, est toujours inférieure par rapport aux immersions suivantes. Cela vient, sans doute, d'une sorte de résistance que le métal oppose à la première formation de la dorure (2), mais une fois la première couche obtenue, la dorure se fait d'une manière régulière et s'étend de proche en proche pour augmenter l'épaisseur du dépôt (3).

(1) Rapport présenté à l'Institut, le 29 novembre 1841, par MM. Thénart, d'Arcet, Pelouze, Pelletier et Dumas, rapporteur, sur les nouveaux procédés introduits dans l'art du doreur, par MM. Elkington et de Ruolz.

(2) Cela vient de ce qu'il y a toujours un peu de l'argent de la plaque à dorer dissous dans la première immersion. On trouve en effet que l'augmentation du poids de l'objet dans un temps donné est plus faible à la première immersion, juste de la quantité d'argent dissous, car en prenant le poids de l'or après avoir dissous la plaque d'argent on le trouve égal à celui des autres immersions. O. M.

(3) A ce propos, mon illustre ami, le docteur Joseph Sandonnini, fait judicieusement remarquer que la prétendue résistance d'un métal à se déposer par l'effet d'un courant *électrique, sur un métal* d'une autre nature, n'est point un fait qu'on puisse rigou-

Le professeur Elsner, de Berlin, fut chargé par le directeur de l'Institut royal de l'Industrie de répéter les expériences décrites dans le rapport de M. Dumas, et de rechercher laquelle de ces méthodes doit obtenir la préférence. Il se mit aussitôt à l'œuvre et consigna les résultats de ses nombreuses expériences dans un mémoire très-important sous le rapport pratique. J'en extrairai les documents les plus intéressants, parce qu'ils peuvent être utiles à ceux qui désirent étudier la dorure électro-chimique (1).

Elsner soumit à l'examen ces six liquides différents. Il s'abstint, toutefois, de répéter les expériences qu'il avait déjà faites sur le cinquième, ainsi que nous l'avons dit à la fin du chapitre précédent; mais il porta au contraire une attention toute particulière sur le sixième, qui ne lui parut pas donner des résultats satisfaisants, encore bien que dans le rapport de l'Académie on l'ait proclamé le plus propre de tous à produire une belle dorure sur l'argent, le laiton et le bronze. L'expérience vient contredire cette assertion, puisque la solution du double sulfure d'or et de potassium ne fournit pas une dorure d'une couleur jaune d'or pure, mais, au contraire, produit toujours une teinte d'un jaune tirant sur le brun, et quelquefois d'un brun si foncé qu'il devient inutile de continuer l'expérieuce.

Le liquide N° 1, composé de cyanure d'or et de cyanure de potassium, produit une dorure fort pâle (2) au lieu de

reusement déduire des expériences faites par l'Académie des Sciences. En effet, dans ces opérations, on a fait usage d'un liquide dont l'action *directe* sur l'argent, le laiton et les autres métaux, sans en excepter l'or lui-même, a été démontrée dans ces mêmes expériences répétées par le prince Bagration, et dans d'autres expériences qui lui sont propres. Il en a fait l'exposé, à la fin de l'année 1843, à l'Académie de Modène, en expliquant l'argenture et la dorure spontanée, ou, comme il l'appelle, *thermo-dorure*. Depuis, des expériences nouvelles, faites par Sandonnini lui-même, à l'aide d'une balance très-juste, appartenant au laboratoire de chimie, ont confirmé en grande partie les résultats du prince Bagration; elles ont en outre démontré que l'action dissolvante du cyano-ferrure de potassium subsiste encore même après sa combinaison et son mélange avec un autre cyanure ou chloro-cyanure métallique. En effet, une lame d'argent carrée, de 26 millimètres de côté, tenue plongée pendant une heure dans un vase renfermant un bain d'argent composé avec le cyano-ferrure de potassium et le chlorure d'argent, accusa de plus en plus une notable déperdition de son poids. Cette perte s'éleva à 8 milligrammes pendant la première heure, et diminua ensuite progressivement à mesure que la solution se saturait. Ces observations démontrent clairement la nécessité de répéter de nouveau les expériences avant d'accepter un fait, qui, une fois bien établi, conduirait à d'importantes conséquences.

(1) *Revue scientifique et industrielle de Quesneville*, tome XV. Paris, 1843.

(2) *Voir à l'Appendice* une note d'Elsner sur les causes de cette couleur pâle.

cette riche couleur d'or que l'on recherche tant ; ce motif et, en outre, son prix élevé la rendent impropre à l'industrie, parce que les objets ainsi dorés seraient refusés par les acheteurs. En définitive, comme les opérateurs et les ouvriers ne pourraient pas se procurer facilement et à bon marché les liquides 1, 2 et 3, les essais comparatifs doivent se restreindre aux préparations numérotées 4 et 5, c'est-à-dire aux deux liquides que nous allons désigner sous les lettres A et B.

A, préparation de chlorure d'or dissous dans le cyano-ferrure rouge de potassium.

B, chlorure d'or dissous dans le cyano-ferrure jaune de potassium, ou prussiate jaune de potasse du commerce.

Si l'on considère le prix de ces deux sels (cyano-ferrrures rouge ou jaune de potassium), circonstance dont il faut tenir compte, quand on veut opérer sur une grande ou sur une petite échelle, on verra clairement que le premier sera d'un prix beaucoup plus élevé que le second ; car 500 grammes de cyano-ferrure jaune valent (en Prusse) environ 2 fr. 75 c., tandis que 30 grammes de cyano-ferrure rouge coûtent 1 fr. 30 c. On comprendra facilement que, malgré cette différence, on aurait adopté de préférence le sel le plus cher, s'il était établi qu'il produisît une dorure plus belle et plus résistante que l'autre sel. Mais les expériences d'Elsner ont dissipé tous les doutes à cet égard ; et il est établi que le liquide, composé de chlorure d'or et de cyano-ferrure rouge (dans la proportion de 1 et 10 des deux sels, avec 100 parties d'eau), produit sur le laiton, l'acier, le cuivre, l'argent, le maillechort, le platine, l'étain et le bronze, une couleur d'or inacceptable pour le commerce.

La méthode décrite dans le rapport de M. Dumas pour dorer un liquide composé de chlorure d'or et de cyano-ferrure jaune (préparation N° 4), offre dans la pratique trois inconvénients :

1° Après le mélange des deux sels, la liqueur se trouble et dépose un sédiment verdâtre qui ne devient bleu qu'au bout d'un certain temps ;

2° Il se dégage une odeur bien marquée d'acide prussique ou hydrocyanique ;

3° On est obligé d'opérer à une chaleur un peu plus élevée que celle de l'atmosphère, surtout dans les saisons froides.

Lorsqu'on veut dorer de petits objets, ces inconvénient[s] ont peu d'importance, mais il n'en est pas de même en op[é]rant sur des objets d'une certaine dimension, qui exige[nt] l'emploi d'une plus grande quantité de liquide. Le long e[s]

pace de temps nécessaire pour le dépôt complet du sédiment, le retard que met le liquide à prendre la couleur bleue, enfin, la difficulté qu'on éprouve à le filtrer, seraient de grands obstacles pour la dorure de ces objets, puisqu'il faut nécessairement opérer avec une liqueur limpide, si on veut obtenir une réussite complète.

L'odeur du cyanogène qui se dégage pourrait avoir des suites funestes dans une opération en grand, car on sait qu'elle est engendrée par l'acide hydrocyanique, une des substances les plus délétères que l'on connaisse; aussi, les doreurs qui ont voulu opérer en suivant de point en point la méthode indiquée dans le rapport de M. Dumas, ont eu à souffrir de violents maux de tête qui se prolongeaient pendant plusieurs heures.

Elsner est parvenu à vaincre les trois inconvénients dont nous avons parlé, au moins les deux premiers, car il a trouvé que le dernier, qui a rapport à la température, n'existe point en réalité. Il a, en effet, parfaitement doré à la température ordinaire, sans avoir besoin de chauffer le liquide, il va même jusqu'à affirmer que l'opération ne réussit pas mieux lorsqu'on opère à chaud.

Pour empêcher le dépôt du sédiment bleu, il a rendu la solution de chlorure d'or légèrement alcaline en y ajoutant une solution de carbonate de soude; il y mêle ensuite la solution de cyano-ferrure jaune, chauffée à + 50°, puis il ajoute encore du carbonate de soude, jusqu'à ce que le liquide forme un précipité vert bleu terne, et prenne enfin une belle couleur jaune d'or.

Le carbonate de soude a un double effet ; il empêche la formation du bleu de Prusse soluble dans l'eau, et dont la présence dans le liquide semble influer beaucoup sur la formation de la dorure jaune sale ; le carbonate de soude le décompose et le réduit en oxyde de fer. Il neutralise en outre l'acide chlorhydrique qui se trouve souvent mêlé en excès au chlorure d'or, et il empêche ainsi le développement de l'acide hydrocyanique.

Pour préparer la liqueur à dorer d'Elsner, j'ai remarqué que la formule suivante l'emporte sur toute autre.

§ 1er. PRÉPARATION DU CHLORURE D'OR.

Pour préparer ce composé, on prendra 3 grammes 50 centigrammes d'or pur que l'on réduira en lame mince à l'aide d'un marteau et d'un tas (1) ; on le coupera ensuite en morceaux aussi petits que possible. Pour procéder à la dissolution, on mettra ces fragments d'or dans un petit vase de porcelaine ou de verre avec environ 30 grammes d'eau régale (2).

Le petit vase de verre peut être fabriqué à l'instant en prenant une éprouvette ou un petit ballon à fond concave. On y trace un léger trait un peu au-dessus du milieu de la partie renflée, au moyen d'une pierre à fusil ou d'un diamant, et on en approche la pointe d'un charbon allumé. Il se détermine une petite fêlure que l'on pourra prolonger à volonté, en la dirigeant très-facilement, parce qu'elle suivra la marche du charbon que l'on doit promener lentement et en le tenant toujours en contact immédiat avec le verre. De cette manière, le fond du ballon, séparé de la partie supérieure, formera un petit vase tout-à-fait approprié à l'usage qu'on en veut faire. Comme on n'a besoin que d'une chaleur douce, le vase pourrait, sans danger, être exposé à feu nu ; cependant, pour plus de précaution, surtout lorsqu'on emploie un vase de verre, il sera mieux d'opérer au bain de sable. On le placera, à cet effet, sur le sable disposé en couche de quelques millimètres d'épaisseur dans un poêlon de fer que l'on posera sur un fourneau.

L'or étant complètement dissous, on continuera la chaleur, jusqu'à ce que le liquide soit concentré au point de se prendre immédiatement, par le refroidissement, en une masse cristalline de couleur rouge sombre, ce que l'on reconnaît en en prenant un peu sur l'extrémité d'une baguette de verre et en l'agitant dans l'air ; il se refroidit alors subitement, et si la concentration est suffisante, il forme une croûte rouge brun. Lorsque le sel obtenu aura été évaporé jusqu'à complète siccité, si on le dissout de nouveau, il se précipitera une poudre d'un jaune clair, qui est le proto-chlorure d'or. Si la concentration avait été poussée trop loin, on ferait redissoudre dans l'eau chaude, et on séparerait l'or réduit en filtrant ; sans cette précaution, il serait entraîné par le pré-

(1) Sorte de petite enclume carrée.

(2) Elle se compose de : acide nitrique, 1 partie ; acide hydro-chlorique, 3 parties ; *eau distillée, 1 partie.*

cipité rouge qui se forme pendant la préparation du bain d'or.

Le chlorure d'or obtenu se recueille dans le vase à l'aide d'une petite spatule de verre, et on le met à l'instant dans un flacon bouché à l'émeri, car il attire avec une grande avidité l'humidité de l'air, et passe peu à peu de l'état solide à l'état liquide, ou tombe en déliquescence. On peut calculer qu'avec 3 grammes 50 centigrammes d'or on obtiendra environ 5 grammes de chlorure d'or sec (1).

§ 2. PRÉPARATION DU BAIN D'OR POUR LES PETITS OBJETS, ET APPAREIL CONVENABLE.

Lorsque les objets à dorer sont de petite dimension, Elsner indique les proportions suivantes d'un bain d'or, que l'on prépare comme nous allons le dire :

On prend une partie en poids de chlorure d'or, 10 parties de cyano-ferrure jaune de potassium, 100 parties d'eau et 4 à 5 parties de carbonate de soude cristallisé. On dissout le chlorure d'or, d'une part, et de l'autre le carbonate de soude dans un peu d'eau; l'on verse ensuite peu à peu quelques gouttes de la solution de carbonate de soude dans celle de chlorure d'or en agitant avec une baguette de verre, jusqu'à cessation de toute odeur d'acide chlorhydrique, et jusqu'à ce que le liquide ramène au bleu le papier de tournesol rougi par un acide.

On dissout d'un autre côté le cyanure jaune avec le reste de l'eau, dans une éprouvette, un flacon de verre ou dans un vase de porcelaine, à la chaleur d'un feu direct très-moderé, et l'on verse cette solution dans la première. Il se forme un mélange trouble d'un vert bleu sale que l'on fait chauffer jusqu'au point de l'ébullition, en y ajoutant peu à peu la portion de carbonate de soude dissous qui n'a pas été employée. La liqueur s'éclaircit en déposant un précipité rouge insoluble d'oxyde de fer et elle devient d'une belle couleur jaune d'or pur. Alors on retire du feu l'éprouvette ou le vase de porcelaine, et l'on verse le liquide dans un vase de verre profond et étroit, afin que la substance insoluble se dépose au fond, et que la liqueur claire qui surnage puisse être décantée sans se troubler. On pourra filtrer au papier ce qui restera de trouble, et le mélanger ensuite avec l'autre solution.

Pour dorer les petits objets, on pourra se servir de l'ap-

(1) Voir au chap. X un autre procédé pour préparer le chlorure d'or.

pareil dont je vais indiquer la construction, et avec lequel Elsner a obtenu une dorure brillante et solide.

On se procurera deux cylindres concentriques fermés à leur partie inférieure, et l'un plus grand que l'autre, de manière à ce qu'il reste un espace vide entre les deux. Le plus petit de ces vases sera en argile poreuse dégourdie, pour absorber facilement l'eau ; le plus grand, au contraire, sera en faïence vernissée. On versera dans ce dernier vase une solution saturée de sel marin, et l'on y plongera le premier vase contenant la liqueur aurifère. Dans l'intervalle rempli par la solution de sel marin on interposera un cylindre de zinc amalgamé (1), qui entourera le vase d'argile poreuse, auquel on soudera un fil de cuivre recuit, dont l'autre extrémité portera l'objet à dorer et le maintiendra suspendu et plongé dans le bain d'or.

A la vérité, cet appareil ne peut servir que pour de petits objets ; en outre, la fragilité du vase poreux d'argile et la difficulté de se procurer partout une terre convenable pour le fabriquer, sembleraient devoir faire préférer une pile avec un récipient en verre, comme le grand appareil qui va être décrit. Malgré tout, il n'était pas inutile d'en faire mention, parce que plusieurs personnes trouveront plus commode de le construire ainsi. Pour ce qui a rapport au polissage des objets, à la manière de les plonger dans le liquide, à la durée de l'immersion, j'en parlerai d'une manière plus étendue dans le paragraphe suivant, où seront en outre exposées beaucoup de choses qui s'appliquent également à tout ce que nous venons de dire.

§ 3. BAIN D'OR POUR LES GRANDS OBJETS ; — APPAREIL CONVENABLE ; — DURÉE DE L'IMMERSION ; — POLISSAGE DES OBJETS ; — PRÉCAUTIONS INDISPENSABLES POUR LE SUCCÈS DE L'OPÉRATION.

L'obligation où l'on est de plonger l'objet en totalité dans le bain d'or pour obtenir une dorure uniforme, nécessite l'emploi d'une grande quantité de liquide lorsqu'on a à dorer des objets de forte dimension. Aussi Elsner a-t-il découvert fort à propos qu'on peut obtenir une fort belle dorure, en employant l'eau en proportion beaucoup plus forte que celle prescrite dans le rapport de M. Dumas. Ainsi, au lieu de mettre 100 parties d'eau pour une de chlorure d'or, on peut en employer 400 et 40 parties de cyanure jaune, en

(1) C'est-à-dire couvert d'une couche de mercure métallique. Nous exposerons *plus loin la manière d'amalgamer* le zinc qui doit servir aux appareils galvaniques. *Voyez au chap. X.*

se conformant, du reste, au procédé tel qu'il a été décrit plus haut. En se servant de ce bain contenant le quart de la dose de chlorure d'or prescrit par M. Dumas, Elsner a doré parfaitement l'argent. On comprend que cette faculté d'employer un liquide beaucoup plus étendu est de la plus haute importance pour la dorure en grand, puisqu'avec le quart du poids d'or on peut arriver aux mêmes résultats.

Le bain d'or, soit étendu, soit concentré, se conserve pendant plusieurs mois sans altération ; cependant il est toujours convenable de le tenir dans un lieu frais, renfermé dans un flacon bouché à l'émeri, que l'on remplit autant que possible (1). Après avoir subi les décompositions successives auxquelles le cyanure d'or dissous est sujet, le liquide deviendra sans vertu et impropre à la dorure; en y ajoutant alors la même quantité de chlorure d'or que celle employée d'abord, en le faisant bouillir jusqu'à ce qu'il reprenne sa limpidité, et en le filtrant, on lui rendra ses propriétés aurifères, et il pourra servir aussi bien qu'auparavant.

Dans la préparation du bain, il importe de savoir si on se propose d'opérer à froid ou à chaud, c'est une distinction nécessaire, car on va voir par les formules et la préparation que ces deux modes d'opération doivent être distingués.

M. A. Roseleur, dans son excellent ouvrage intitulé *Manipulations hydroplastiques*, p. 33, donne, pour la composition du bain à froid, composition, du reste, qui peut varier à *l'infini*, la formule suivante :

Eau ordinaire..............	1 litre.
Cyanure de potassium.........	40 grammes.
Or réduit en chlorure neutre.....	10
Ammoniaque.............	2

On fait dissoudre le cyanure de potassium dans la majeure partie de l'eau et on y ajoute l'or réduit en chlorure dissous dans un peu d'eau. L'ammoniaque rend le bain plus conducteur du fluide électrique, mais on peut le supprimer. Ou bien on se sert de la formule qui suit :

Cyanure jaune de potassium et de fer.	200 grammes.
Carbonate de potasse pur......	150
Sel ammoniac............	30
Or réduit en chlorure........	15
Eau ordinaire.............	10 litres.

(1) Je crois qu'il serait encore mieux de préparer une grande quantité de bain d'or, de le faire évaporer, de recueillir le sel résultant de la cristallisation, et de le renfermer immédiatement dans un flacon bien bouché.

On fait bouillir tous les sels moins le chlorure d'or, on filtre pour séparer le carbonate de fer, on ajoute le chlorure d'or dissous dans un peu d'eau et on laisse refroidir pour l'usage.

La dorure galvanique à chaud, qui présente plus de régularité dans sa marche, plus de richesse dans les teintes et plus de célérité dans l'exécution, réussit, au contraire, très-bien avec les bains composés comme il suit, d'après le même chimiste, pour dorer le cuivre, le bronze, l'argent, etc.

Phosphate de soude cristallisé. . . .	600 grammes.
Bisulfite de soude.	100
Cyanure de potassium.	15 à 20
Or pur en chlorure neutre.	10
Eau distillée ou de pluie.	10 litres.

On fait dissoudre le phosphate de soude dans 8 litres d'eau qu'on a versée dans une bassine de fonte émaillée et on y ajoute peu à peu et en agitant le chlorure d'or dissous dans 1 litre d'eau. La liqueur se colore en jaune verdâtre, et si l'on a fait dissoudre le phosphate à chaud, il faut laisser refroidir avant de mélanger le chlorure d'or. Dans le dixième litre enfin on fait dissoudre le bisulfite de soude et le cyanure de potassium et on mélange peu à peu cette liqueur à la première. La réaction s'opère immédiatement et le bain apparaît bientôt limpide et incolore comme de l'eau, on opère à une température de 70 degrés.

Parmi plusieurs autres formules vérifiées et données par M. Roseleur, nous donnerons aussi la suivante :

Cyanure jaune de potassium et de fer.	150 grammes.
Carbonate de potasse pur.	50
Sel ammoniac.	20
Or réduit en chlorure neutre. . . .	10
Eau ordinaire.	5 litres.

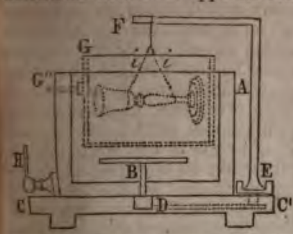
On dissout d'abord à chaud les trois premiers sels ensemble et on filtre. Après le refroidissement on introduit l'or et l'on fait bouillir de nouveau pendant une demi-heure environ, en remplaçant l'eau à mesure qu'elle s'évapore.

En ne portant qu'à 10 grammes la dose du cyanure de potassium dans la première de ces formules, on peut dorer directement le fer, la fonte polie et l'acier, avec les autres formules l'or manque d'adhérence.

Une condition indispensable pour la réussite de l'opération est de nettoyer avec le plus grand soin les objets qui doivent être dorés, car la moindre trace de poussière, de sueur, ou *d'un corps* gras quelconque, suffit pour empêcher la dorure ;

si même les objets en argent étaient souillés par quelque graisse, on ne ferait pas mal de les plonger dans une lessive caustique, de les bien essuyer et de les frotter ensuite avec une bouillie faite de crème de tartre bien pulvérisée et imbibée d'eau (1).

Après avoir préparé le bain d'or et l'objet à dorer, on mettra en action un appareil convenable ainsi construit :



A A, caisse en bois de chêne, parfaitement étanche et d'une grandeur proportionnée aux dimensions de l'objet à dorer. Sur le fond de cette caisse est assemblée une tige de cuivre B qui le traverse dans toute son épaisseur, dépasse à l'extérieur de 27 millimètres environ et s'élève à l'intérieur de 40 à 50 millimètres pour soutenir un grillage de cuivre sur lequel on place un disque de zinc fondu, pendant l'opération de la dorure. C C' est une tablette au centre de laquelle est placé un trou qui communique par le conduit D avec un autre trou pratiqué sur l'un des côtés de la tablette en C'. Le premier trou est destiné à recevoir l'extrémité inférieure de la *tige de cuivre* B. Par le conduit D passe un fil de cuivre désigné dans la figure par une ligne ponctuée, et au moment de commencer l'opération, on verse du mercure dans le conduit pour établir une communication intime entre les deux tiges de cuivre B et E (2). Cette dernière tige introduite dans le trou pratiqué à la tablette, en C', s'élève perpendiculairement et soutient une branche mobile horizontale F, de même métal, à laquelle on suspend les objets à dorer au moyen d'un fil de platine ou de cuivre doré.

G est une boîte de chêne, également vernie, dans laquelle

(1) En parlant de la *dorure par simple immersion*, nous enseignerons la manière de donner un beau décapage aux objets métalliques et particulièrement au cuivre. Mais, comme on peut adopter une méthode de poli plutôt qu'une autre, c'est aux ouvriers de déterminer celle qui convient le mieux, suivant les objets qu'ils ont à traiter. (Voyez chapitre VIII et au chap. X : *du Dérochage et du Décapage.*)

(2) On doit éviter l'emploi du mercure dans les appareils destinés à la dorure, soit pour établir les communications, soit pour autre chose que l'amalgamation des zincs d'une pile, parce que l'on s'expose à avoir des taches de mercure sur la dorure.

O. M.

on verse la solution d'or (1). Sa grandeur sera proportionnée à la capacité de la grande boîte extérieure, et de manière à ménager de tous côtés, entre les deux boîtes, un espace de 30 à 40 millimètres. La boîte G n'est point munie d'un fond de bois, mais elle est fermée par une forte membrane de vessie ou par un morceau de parchemin fixé sur les bords du bois au moyen de clous. On humecte à l'avance cette membrane et on la cloue encore mouillée pour qu'elle joigne mieux. Trois tasseaux de bois ou de métal servent à soutenir cette boîte dans la plus grande ; on voit un de ces tasseaux en G'. Le fond de parchemin ou de vessie doit alors se trouver à une distance d'environ 30 millimètres de la grille où repose le disque de zinc. S'il en est besoin, on peut relever un peu la boîte intérieure au moyen de petites cales de bois placées sous les tasseaux G' qui servent à la soutenir. On aura soin de protéger le parchemin ou la vessie en la recouvrant d'un filet en corde à boyau dont les mailles auront environ 50 millimètres. Cette précaution donne au diaphragme une grande solidité et l'empêche de se rompre sous la tension du liquide qui le charge. H est un robinet servant à faire écouler le liquide excitant de la pile, contenu dans la grande boîte, lorsque l'opération est terminée.

Cet appareil peut être construit sur une petite échelle, lorsqu'on veut dorer des objets de moindres dimensions. On prend alors un vase de faïence pour récipient extérieur, et le bain d'or est contenu dans un verre à boire de grandeur convenable. Après avoir percé le dessous du vase de faïence et enlevé le fond du verre, on les dispose tous deux comme dans l'appareil qui vient d'être décrit, c'est-à-dire qu'on introduit dans le premier le grillage en fil de cuivre destiné à recevoir la plaque de zinc, ce grillage est soudé à un fil de cuivre qui, en traversant le fond du vase, communique avec un autre fil de cuivre coudé, auquel on attache l'objet à dorer ; on couvre le second vase d'un parchemin ou d'une vessie fixée sur les bords par une ligature solide qui ne permet pas au liquide de s'échapper. Le vase intérieur contient la solution d'or et le vase extérieur renferme l'eau salée.

La plaque de zinc aura une longueur proportionnée à celle de l'objet à dorer, et une largeur égale au diamètre de celui-ci. On aura soin de l'amalgamer avant l'opération, soit en

(1) Les praticiens ont reconnu depuis longtemps que les caisses en bois vernies sont d'un mauvais usage pour la dorure et l'argenture parce que tous les vernis sont attaqués par le cyanure de potassium et altèrent le bain. On préfère la porcelaine, le verre le grès, etc. Voir le chapitre X. O. M.

la frottant avec de l'acide sulfurique étendu, puis ave
solution de nitrate de mercure, soit en la décapant d'a
avec de l'acide sulfurique étendu et la plongeant ensuite
du mercure métallique qui couvrira sa surface ; il suffit
cette couche de mercure soit répartie uniformément. Les
et les tiges de cuivre seront amalgamés à l'avance par
premier procédé dans les points qui doivent être en cont
avec le mercure.

Nous ferons ici une remarque importante, c'est que l
formules qui ont été indiquées peuvent être modifiées en
sens qu'on peut employer les bains à un degré de concen
tration très-varié avec la même proportion d'or. Mais l
pratique a depuis longtemps enseigné que pour qu'il y ai
adhérence plus parfaite de l'or déposé, il faut que le métal se
précipite avec une certaine lenteur, c'est-à-dire que les bains
soient plutôt étendus.

Il faut bien faire attention aussi que dans les bains à froid
on peut laisser le dépôt se faire tranquillement sur les objets
suspendus au sein du liquide, tandis que dans les bains à
chaud il vaut mieux agiter continuellement pour renouveler
constamment les couches liquides et obtenir plus d'uniformité
dans la couleur de la dorure.

Nous avertissons aussi que pour obtenir une marche plus
régulière et pour éviter des accidents il vaut mieux épuiser
les bains à chaud et les renouveler en entier que les entre-
tenir au moyen du chlorure d'or. Les vieux bains acquièrent
par cet entretien un tel état de densité qu'il n'est plus pos-
ible d'obtenir des résultats prompts et certains. Seulement
n bain qui s'épuise ne donne pas une même couleur d'or
commencement et à la fin, et la couleur qu'il fournit à
te dernière période dépend de la nature des objets qu'on
déjà dorés.

Pour procéder à la dorure, on commencera par placer la
que de zinc sur le grillage de cuivre, on versera dans le
grand vase une solution saturée de sel marin, on plon-
le plus petit vase dans le grand et on le remplira de
ion d'or, de manière à ce que les deux liquides soient
ême niveau. On attachera alors l'objet à dorer à la tige
ivre mobile, au moyen d'un fil de platine ou de cuivre
et, suivant la forme de cet objet, on le plongera hori-
ement ou verticalement, en ayant toujours soin qu'il
tout entier dans le liquide, mais sans toucher le fond
e, dont il doit être distant de 6 à 7 millimètres. Au
deux minutes d'immersion on le retirera du bain,
vera dans l'eau de pluie et on le nettoiera soigneuse-

ment avec une brosse rude trempée dansune bouillie de crème de tartre et d'eau. On le passera de nouveau dans l'eau pure, on l'essuiera avec un linge fin et on répétera l'immersion dans le bain pendant deux minutes, puis on l'en retirera, le lavera, frottera avec la brosse et la pâte de crème de tartre, etc. Ces opérations seront répétées fort souvent, si l'on tient à obtenir cette belle et riche couleur d'or que demande l'industrie, car la beauté de la dorure ne s'obtient qu'à l'aide de nombreux polis (1).

Les objets un peu grands et de forme ronde doivent être retournés de temps en temps; sans cela, la partie la plus voisine du diaphragme prendrait une dorure plus forte que celle qui est tournée vers l'ouverture du vase. Si on négligeait cette précaution, il y aurait une différence trop marquée entre la couleur de la dorure dans ses diverses parties.

Quand on veut obtenir une dorure résistante et solide, après avoir souvent répété le poli avec la crème de tartre, on laissera l'objet plongé dans le bain pendant une demi-heure et même une heure; il est vrai qu'il prendra alors un aspect terne et d'un jaune brun qui résiste au frottement avec un chiffon, mais le poli occasioné par l'usage lui rendra une très-belle apparence. Toutes les fois qu'on aura terminé une opération de dorure, on videra les deux vases, et on conservera les deux liquides pour une autre fois. La plaque de zinc, les tiges et le gril de cuivre seront lavés et nettoyés avec soin.

Si les objets d'argent que l'on veut dorer ont été brunis avant l'opération, ils sortiront du bain avec leur brillant primitif? au reste, lorsqu'ils ont pris une belle couleur d'or, on peut les rendre brillants avec la pierre sanguine. Cette dorure est si adhérente qu'elle résiste au frottement le plus violent, à la pression, à l'incandescence, et au traitement par un mélange de sel, d'alun et de nitrate de potasse, sans éprouver la moindre altération.

Souvent on n'a besoin de dorer que certaines parties d'un objet, comme l'intérieur d'un vase ou d'une tabatière d'argent, ou donner à une même pièce diverses couleurs sur ses différentes parties, ou enfin de ne dorer les objets que sur les côtés ou faces qui sont en vue. On couvre alors les portions que l'on veut réserver avec un mélange de cire et de résine fondues ensemble (2). Après la dorure, on enlève la

(1) La beauté de la dorure tient : 1° à la nature du bain ; 2° à l'intensité du courant ; 3° à la régularité de la surface ; on a une très-jolie dorure sur une surface mate
O. M.

(2) *Voir plus loin* la composition des vernis propres à cet usage. Voir aus

couche résineuse en plongeant l'objet dans l'eau bouillante. et l'on frotte sa surface avec de l'essence de térébenthine ou de l'alcool. Les pierres précieuses, qui souvent sont serties dans les objets à dorer, comme bagues, chaines, boucles d'oreilles, n'éprouvent aucune altération en les traitant ainsi; on peut donc dorer ces sortes d'objets après la terminaison du travail de l'orfèvre.

On compose aussi des vernis préservateurs dits *épargnes*, avec un vernis gras rendu siccatif par l'addition du chromate de plomb qu'on applique au pinceau et qu'on fait bien sécher à l'étuve avant de plonger l'objet à dorer dans un bain, et on se débarrasse ensuite du vernis après que l'opération est terminée au moyen de la benzine et des essences qu'on extrait de la distillation de la houille. Après cette opération on passe dans l'eau bouillante et on fait sécher dans la sciure de sapin chaude.

Pour dorer l'intérieur d'un vase, Elsner recommande de ne laisser aucune bulle d'air entre les parois de ce vase et le liquide, car la dorure ne réussirait pas aux endroits où se trouverait la moindre de ces bulles. D'un autre côté, on placera dans le vase un fil de fer qui touchera au fond et sur les parois, et en communication directe avec un fil de cuivre qui lui sert de soutien. On a observé que la dorure s'opère plus lentement à l'intérieur des vases, il est donc nécessaire de prolonger l'immersion plus longtemps qu'on ne le fait pour les autres objets.

Outre les objets en argent, Elsner a doré, par son procédé, le laiton, le maillechort, le cuivre, le tombac, le bronze, l'acier, la fonte et l'étain. La fonte exige un poli préalable fait avec le plus grand soin. On la frottera donc avec une brosse rude chargée d'une bouillie de crème de tartre en poudre fine, et l'on pourra d'abord l'argenter et la dorer ensuite. Il est tout-à-fait inutile de cuivrer l'acier et l'étain pour faire prendre la dorure; Elsner a même remarqué que différents objets formés de ces métaux n'ont pas aussi bien pris la dorure après avoir été cuivrés. Pour dorer solidement l'acier, il faut enlever la couche d'oxyde bleu dont il est ordinairement couvert, en le plongeant dans l'acide chlorhydrique (1) et en le polissant. Le maillechort, l'argentan, le laiton, le bronze se dorent parfaitement. Des boutons de ce dernier alliage essayés avec une machine à polir, ont par-

(1) L'acide sulfurique est préférable. V. le chapitre X, Dorure de l'acier.

faitement résisté, tandis que d'autres qui avaient été dorés *au trempé* (1) ne purent soutenir cette épreuve.

Kaiser et Alexander, sans connaître le travail d'Elsner, ont publié une méthode et des résultats analogues, ce qui confirme encore la bonté du procédé.

§ 4. DORURE DE L'INTÉRIEUR DES VASES.

Elsner a encore trouvé un moyen de dorer le dedans des vases, sans avoir besoin de garantir leur surface extérieure avec un enduit résineux. C'est là un très-grand avantage pour beaucoup d'objets; la manipulation devient plus facile, et l'on ne court plus risque de tacher les vases. Je vais rapporter les termes mêmes dans lesquels il rend compte de ce procédé.

« Je prends, dit-il, un morceau de vessie, j'en forme un sac dans lequel je suspends un morceau de zinc soudé à un fil de platine, de maillechort ou de cuivre, assez long pour former plusieurs tours sur la face extérieure du vase dont on veut dorer l'intérieur. Je mets dans ce sac une solution concentrée de sel marin qui doit recouvrir le zinc de quelques millimètres. Après avoir versé le liquide aurifère dans le vase, je suspends le diaphragme en vessie dans ce liquide, ayant soin qu'il soit distant de quelques millimètres des parois du vase. J'enroule alors le fil voltaïque qui sort du diaphragme, et je forme plusieurs révolutions sur le bord extérieur du vase. Toutes ces dispositions faites, et après quelques minutes d'immersion du diaphragme dans le vase, on le retire, on ôte le bain d'or du vase, et on le lave bien avec de l'eau froide. Dès la première immersion, il se forme une couche d'or, et l'on n'aura qu'à la polir soigneusement avec la pâte de crème de tartre pour lui faire prendre une belle couleur jaune foncée. En répétant à différentes reprises l'immersion du diaphragme dans la solution d'or, on arrive à dorer l'intérieur du vase sans avoir besoin de recourir à aucun appareil; on termine en polissant la dorure, et on obtient le même degré de poli et la même couleur qu'avec la dorure au mercure. Si on laissait trop longtemps le diaphragme dans le bain d'or, la dorure présenterait un aspect d'un jaune brun sale; mais on fait revenir la couleur jaune d'or pur, en polissant immédiatement avec la crème de tartre. »

(1) Nous parlerons plus loin de ce mode de dorure, qui a lieu sans le secours de la pile. *Voyez* Chapitre VIII.

CHAPITRE IV.

Procédés différents de celui d'Elsner.

Méthode de Frankenstein au moyen d'une lame de zinc plongée dans le bain d'or, en contact avec l'objet à dorer. — Objections contre l'efficacité de ce système. — Graëger propose de diminuer la quantité de cyano-ferrure de potassium et de rendre le bain acide. — Réfutation de cette opinion. — Bain d'or de MM. de Briant, de Giorgi et Pucetti. — Dorure par la machine électro-magnétique.

Il ne suffit pas que la dorure soit solide et adhérente, il faut encore qu'elle soit vive, brillante, et d'une belle couleur. R.....

Les méthodes qui méritent d'être mentionnées, outre le procédé d'Elsner, sont : celles de MM. Frankenstein, Graëger, Giorgi et Puccetti, et la méthode anglaise par la machine électro-magnétique.

§ 1er. MÉTHODE DE FRANKENSTEIN.

Le bain d'or se compose de 2 parties de chlorure d'or, 10 parties de cyano-ferrure jaune de potasse, 10 parties de sel marin et 100 parties d'eau. On fait bouillir ce mélange pendant quelque temps dans un vase de porcelaine, et l'on en décante la partie claire dans le récipient où doit s'effectuer la dorure. Frankenstein prend une plaque de zinc, qui, par l'intermédiaire d'une lame de même métal, est mise en communication avec l'objet à dorer ; cet objet et une petite portion de la lame de zinc sont plongés dans le bain dont on entretient la chaleur au moyen d'une lampe à esprit-de-vin. Il est parvenu à dorer ainsi l'argent, le maillechort, le cuivre, le laiton, l'acier et le fer. Elsner fait remarquer, avec raison, qu'encore bien qu'il résulte une grande économie de l'immersion du zinc dans le bain d'or, cet avantage n'est pas suffisant pour faire abandonner l'usage de l'appareil simple à diaphragme ; car il est fort difficile d'obtenir ainsi une dorure uniforme, et l'on est certain d'altérer la pureté du bain d'or par la réaction du zinc (1). J'ai remar-

(1) Le bain est altéré dans un cas comme dans l'autre, en plongeant directement la

qué, en effet, qu'en plongeant dans un bain une petite lame de zinc, elle se salit peu à peu, l'action électrique s'affaiblit progressivement, et le liquide se trouble. Au demeurant, ainsi que M. de la Rive l'a fort bien dit dans son premier Mémoire, il faut, pour obtenir une dorure parfaite, que le liquide aurifère reste parfaitement pur et qu'il ne s'y mêle aucune combinaison des métaux qui n'entrent pas dans sa composition. Cela suffit pour faire rejeter tout procédé dans lequel on peut craindre que le bain d'or ne se mêle avec des substances hétérogènes (1).

§ 2. MÉTHODE DE M. DE BRIANT.

Le liquide préparé par ce chimiste de Pétersbourg se compose ainsi : on dissout dans l'eau régale 8 parties d'or, on fait évaporer la dissolution, et le chlorure d'or sec obtenu est dissous dans 960 parties d'eau ; on y ajoute 48 parties de magnésie du commerce, passée au tamis de soie. En faisant alors digérer à une douce chaleur, il se forme un précipité d'oxyde d'or et de magnésie que l'on recueille sur un filtre, qu'on lave à l'eau pure et que l'on mêle ensuite avec de l'acide nitrique étendu (3 parties en poids d'acide pour 40 parties d'eau), afin de dissoudre la magnésie. Après avoir ainsi purifié l'oxyde d'or, on le met dans une dissolution de 96 parties de cyano-ferrure jaune de potassium, 24 parties de potasse caustique et 960 parties d'eau. On fait bouillir ce mélange pendant vingt minutes environ. Il en résulte un liquide d'un jaune d'or qui, après qu'on en a séparé le dépôt d'oxyde de fer, peut dorer à froid et à chaud. Plusieurs heures sont nécessaires pour obtenir une dorure solide. Lorsque la liqueur est épuisée, on peut y ajouter une nouvelle dose d'oxyde d'or, et elle redeviendra propre à dorer. M. de Briant emploie pour appareil un seul couple de Daniell, dont nous donnerons la description en parlant de la dorure mate (2).

lame de zinc il se forme du chlorure de zinc puisque le bain contient du chlorure de sodium et du chlorure d'or. En renfermant le zinc dans une membrane poreuse, le chlorure de soude et de zinc qui se forme passe dans le bain par endosmose. Voir le chapitre X pour les corrections à faire à cette méthode. O. M.

(1) Nous aurons à motiver sur des expériences irrécusables l'opinion que l'auteur exprime ici ; car il paraît que Frankenstein a obtenu, à l'aide de sa méthode, des résultats très-remarquables, en opérant sur une grande échelle. On peut voir, à cet effet, le *Technologiste*, tome V, page 254, et le *Manuel complet de Galvanoplastie*, de l'*Encyclopédie-Roret*. (*Note du Traducteur.*)

(2) *Voyez cette description*, Chapitre VI, page 76.

Il indique, comme moyen excellent de nettoyer les objets, l'emploi de l'eau chaude et du savon. Il conseille de recueillir le peu d'or qui se dissout dans l'eau de lavage de l'oxyde d'or, en y versant quelques gouttes d'une solution de proto-sulfate de fer ou de sulfate de fer que l'on fait bouillir avec de la limaille de fer, jusqu'à ce que la solution devienne bleue.

§ 3. PROCÉDÉ DE GRAEGER.

Graëger ayant remarqué que la proportion de cyano-ferrure jaune de potasse prescrite pour la composition du bain d'or est beaucoup plus forte qu'il n'est strictement nécessaire, composa un liquide où il ne fit entrer que le cinquième du cyano-ferrure indiqué par les autres chimistes; il prit soin, en outre, que la potasse destinée à précipiter le chlorure d'or ne fût pas assez saturée pour réagir vivement sur le papier de tournesol; mais ayant trouvé qu'un pareil liquide, soit alcalin soit neutre, produit une dorure brune avec dépôt d'or pulvérulent et noir, il ajouta au bain un peu d'acide sulfurique étendu pour le rendre légèrement acide. Il assure avoir obtenu ainsi une belle dorure.

Sans doute, c'est avec raison que Graëger trouve la proportion de cyano-ferrure, indiquée par Elsner, Dumas et autres, trop forte; mais sa méthode, bien qu'améliorée sous ce rapport, me paraît défectueuse et impraticable. Car, en premier lieu, il est démontré qu'avec une liqueur acide, la dorure ne vient pas aussi belle qu'avec une liqueur alcaline; et en second lieu la présence de l'acide sulfurique favorise le dégagement de l'acide prussique qui, dans un laboratoire où l'on travaille en grand, serait funeste pour la santé. J'ai voulu essayer cette méthode comparativement avec celle d'Elsner, mais dans toutes les expériences que j'ai faites, je n'ai jamais pu arriver à obtenir une dorure comparable à celle d'Elsner (1).

Graëger a adopté, de plus, la pile de Bunsen (2) à cause

(1) Il est à remarquer que si l'on ajoute de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le bain ait une réaction acide, l'or est précipité au fond du vase, avec les bains au cyanure comme avec ceux au ferro-cyanure. O. M.

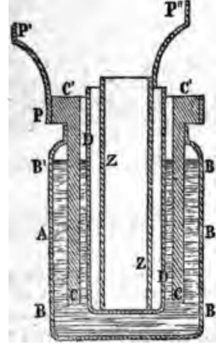
(2) Chaque couple de cette pile se compose de quatre pièces de forme cylindrique qui entrent l'une dans l'autre, sans néanmoins se toucher. Le plus grand cylindre extérieur est un bocal de verre, rempli aux trois quarts de sa hauteur, d'acide nitrique du commerce. Le deuxième cylindre est en charbon, percé de part en part et ouvert à ses deux extrémités; on le tient plongé aux trois quarts de sa hauteur dans l'acide nitrique pendant que la pile est en action. Le sommet de ce cylindre est entouré d'un col-

de la modicité de son prix et de la facilité de sa man tion. Je crois que le tube à diaphragme sera toujour férable, parce que chacun peut le fabriquer soi-mêm facilité, et sans dépense onéreuse ; la pile de Daniell est meilleure (1).

lier ou anneau de zinc bien brillant, et qui se termine par une queue de mêm recourbée pour faciliter le contact avec l'élément positif. Un tube de terre forme le troisième cylindre ; on l'introduit dans le cylindre de charbon de n ce qu'il existe entre eux un vide de 3 millimètres environ. Ce diaphragme e d'acide sulfurique étendu (1 partie d'acide sulfurique de commerce pour 7 à d'eau). Le quatrième cylindre, ou tube intérieur, est en zinc amalgamé ; il e dans l'acide sulfurique du tube poreux. Ce dernier cylindre se termine égalem partie supérieure, en un appendice de même métal, destiné à la mettre en co l'élément contraire.

La réunion de ces pièces forme un couple de Bunsen : le cylindre de charb d'un collier de zinc et plongé dans l'acide nitrique du bocal, forme l'élémen et le cylindre de zinc amalgamé, immergé dans l'acide sulfurique du tube por le rôle de pôle positif. On met en communication l'objet à dorer avec le cy zinc, on attache à l'autre appendice une petite lame de platine ou d'or, on plo l'objet et la lame de platine dans un vase séparé contenant le bain d'or, et s'opère comme avec la pile de Daniell.

Les cylindres de charbon sont fabriqués avec un mélange intime de une houille grasse avec deux parties de coke pulvérisés très-fin. On introduit le dans un moule cylindrique de tôle, au centre duquel on place un rouleau de 8 centimètres de grosseur, pour ménager au centre le vide nécessaire et ciliter le dégagement des gaz p cuisson.



Le moule de tôle rempli de c muni d'un couvercle mobile, se tenu à la chaleur rouge jusqu tion de tout dégagement de g cette calcination, le cylindre d sera devenu très-dur, très-con susceptible d'être terminé à la l le tour.

ZZ cylindre de zinc ; P'' app le termine ; D D tube poreux. C C de charbon ; C' C' collier de zi sur le cylindre de charbon et te l'appendice P P'. A B, B B bocal rempli, jusqu'au niveau B' B' nitrique, où plonge le cylindre bon.

(1) Pour le choix de l'appareil le plus convenable, voyez le *Manuel compl* *anoplastie, de l'Encyclopédie-Roret*, où cette question est traitée à fond, et *ique à la fin de ce volume*.

Graëger conseille encore, pour obtenir une dorure uniforme de se procurer un élément de zinc de la même forme que l'objet à dorer, parce que, comme il le fait observer, il est nécessaire de maintenir, autant que possible, la lame de zinc à une égale distance de tous les points de cet objet.

§ 4. MÉTHODE DE GIORGI ET PUCCETTI.

Elle consiste à dissoudre dans l'eau du chlorure d'or, et à y ajouter assez de potasse caustique pour que le liquide devienne alcalin et prenne une couleur de lessive. Cette solution est versée dans un des vases de l'appareil à diaphragme; on verse dans l'autre de l'eau faiblement acidulée, et après avoir formé un couple avec l'objet à dorer et un morceau de zinc, à l'aide du faible courant qui s'établit, on obtient, en moins d'une demi-heure, une dorure assez solide pour résister à toute espèce de frottement.

Cette méthode, disent les inventeurs, outre la facilité d'exécution et le bas prix du bain d'or, semble présenter plusieurs avantages : 1° une forte adhérence de l'or précipité sur l'objet; 2° un très-beau brillant sans avoir besoin de recourir au poli qui, souvent, pourrait endommager des pièces délicates; 3° l'inutilité de suivre l'opération pour enlever de temps en temps la couche noire qui se forme avec les autres liquides aurifères.

J'ai expérimenté le procédé de Giorgi et Puccetti, et j'en ai obtenu d'assez bons résultats pour le recommander aux praticiens, surtout sous le rapport du bas prix du bain d'or. Toutefois, je n'ai pas obtenu, par ce moyen, cette dorure si brillante et si pure que donne le procédé d'Elsner. Lors donc qu'on voudra choisir un liquide capable de donner une dorure parfaite, il vaudra mieux adopter la méthode du chimiste prussien.

§ 5. MÉTHODE PAR L'ÉLECTRO-MAGNÉTISME.

Avant qu'on n'ait eu connaissance, en Italie, de l'application faite en Angleterre de la machine électro-magnétique à rotation de Clarke à la dorure, mon illustre ami, le docteur Joseph Sandonnini avait entrepris des expériences dans ce but, et les avait répétées devant moi. Il constata même ces expériences dans un Mémoire sur la dorure et l'argenture électriques, qu'il présenta à l'Académie des sciences, des lettres et des arts de Modène, dans la séance du 28 juillet 1843.

Je rapporte ici la méthode anglaise, telle qu'on la trouve dans les *Annales* du professeur Majocchi, etc. Vol. XI, 1843, cahier de juillet et août.

« On a fait usage en Angleterre du courant électrique produit par le magnétisme pour appliquer un métal en dissolution sur un autre métal. On se sert pour cela d'une machine électro-magnétique à rotation continue (comme celle de Clarke) (1), d'où l'on induit un courant électrique par le fil de l'armature.

» Dans l'électro-moteur destiné à cet usage, le diviseur du courant est assujetti à l'armature. Ce diviseur est formé d'une tige de laiton que l'on attache par une de ses extrémités à l'armature même, au moyen d'un étrier de laiton dont elle est munie. A l'autre extrémité on fixe un cylindre de buis; sur chacune des bases de ce dernier, on attache une bande de laiton formant un cintre surbaissé. Un des bouts du fil de l'armature communique avec une des deux bandes de laiton établies sur les bases du cylindre de buis, et l'autre bout avec l'autre bande. Quatre molettes d'acier, fixées à vis sur autant de colonnettes de laiton qui s'élèvent sur la base de l'appareil, sont disposées de telle sorte que lorsque deux de ces molettes sont pressées contre les bandes fixées au cylindre de laiton, les deux autres s'éloignent de la superficie du même cylindre, et réciproquement. Vers l'extrémité inférieure des colonnettes est pratiqué un trou destiné à livrer passage à un fil de cuivre assujetti par des vis, et qui unit les colonnettes deux à deux à la même partie du diviseur.

» Lorsqu'on veut dorer, argenter, etc., on place auprès des colonnettes un vase de terre contenant la solution métallique préparée comme je le dirai plus loin. L'objet que l'on veut recouvrir d'un dépôt métallique, après avoir été bien décapé, est mis en communication avec le fil de deux colonnettes, tandis que le fil des deux autres colonnettes communique avec une pièce de métal semblable à celui qui fait partie de la dissolution. On plonge l'objet dans la dissolution contenue dans le vase de terre, après avoir plongé préalablement, en tout ou en partie, dans cette même dissolution, la plaque de métal en contact avec l'autre fil. La quantité de cette plaque qu'il faut immerger doit être proportionnée à la superficie que présente l'objet à dorer.

(1) En parcourant le tome XI de la *Revue de Quesneville*, j'ai trouvé, à la page 207, que M. Boquillon revendique la priorité de l'idée d'employer la machine de Clarke, pour obtenir la réduction de l'or. Il prétend en avoir fait mention dans la spécification d'un *brevet d'invention* qu'il a pris le 15 janvier 1841. Plus tard, le 15 juin 1842, M. de R[illegible] a indiqué l'usage du même appareil pour la dorure électro-chimique.

Il faut encore avoir soin que l'objet et la plaque soient placés assez près l'un de l'autre dans la dissolution, mais sans néanmoins se toucher.

» On imprime un mouvement de rotation à l'armature par le moyen propre à l'appareil électro-moteur, le courant d'induction s'éveille et traverse la dissolution, la décompose et réduit le métal sur l'objet, comme à l'ordinaire. L'arbre et par suite l'armature peuvent recevoir un mouvement rotatoire de 600 tours et plus par minute. La distance entre les deux extrémités de l'armature et les pôles de l'aimant en fer-à-cheval, peut varier depuis une fraction de millimètre jusqu'à quelques centimètres, dans le but de régler la force du courant électrique, suivant que l'on veut obtenir un dépôt plus ou moins rapide sur l'objet. En effet, la quantité de métal réduit varie, dans un temps donné, suivant la distance qui sépare l'armature et les pôles de l'aimant. Il est évident que cette quantité doit aussi varier avec le nombre des révolutions de l'armature, dans un temps donné, et avec la proportion de métal contenue dans un poids donné de la solution où plonge l'objet.

» Les solutions que l'on emploie dans ce procédé sont semblables à celles dont on se sert dans la méthode ordinaire : on prend 12 kilogrammes de la meilleure potasse du commerce, on les verse dans 14 à 15 litres d'eau que l'on fait bouillir dans un vase de fer, jusqu'à ce que l'alcali soit dissous. La solution est versée dans un vase de terre convenable, où on la laisse en repos jusqu'à son entier refroidissement ; on la filtre alors, et on y ajoute 6 litres d'eau distillée. On fait passer à travers cette solution, après l'avoir filtrée, un courant de gaz acide sulfureux, obtenu par les moyens connus, jusqu'à ce qu'elle en soit saturée, et en évitant avec soin un excès de soufre.

» Pour préparer le bain d'or, on fait dissoudre 100 parties d'or fin dans un mélange de 308 parties d'acide nitrique, 364 parties d'acide chlorhydrique, et 336 parties d'eau distillée. On évapore la solution, on la fait cristalliser, on dissout les cristaux dans un demi-litre d'eau distillée, et l'on précipite l'or par le carbonate pur de magnésie ; on lave alors le précipité d'abord avec de l'eau distillée, acidulée par l'acide nitrique, ensuite avec de l'eau distillée seule. Enfin on ajoute à ce précipité bien lavé une portion de la solution sulfureuse de potasse, suffisante pour le dissoudre. Plus tard on en ajoute un cinquième de plus afin qu'il y ait un peu d'excès. On agite le liquide, puis on le laisse reposer pendant 24 heures, on le filtre, et on peut alors s'en servir. »

CHAPITRE V.

De la Dorure mate ou terne, et de la Dorure rouge.

Mémoires d'Elsner sur la dorure mate ; — Il emploie la liqueur de de Briant, mais il en modifie la préparation pour la rendre plus facile ; — Il se sert d'un couple de Daniell. — Motifs qui doivent engager les fabricants à adopter et à étudier ce procédé pour arriver à produire une belle dorure mate, comparable AU MAT DE PARIS.

> Maintenant qu'on a trouvé une méthode pour produire le beau mat de Paris, l'examen de la dorure galvanique doit être considéré comme terminé, car c'était le seul problème qui restât à résoudre dans cette question.
>
> ELSNER, *sur la production d'une dorure mate.*

Pour qu'il fût possible de substituer complètement la dorure électro-chimique au procédé par amalgame, il fallait arriver à produire la dorure mate, afin que les fabricants eussent en main toutes les manières d'embellir et d'orner leurs produits, suivant la nature des objets, et suivant le goût des acquéreurs ou les caprices de la mode. Elsner a proposé de dorer au mat l'argent et le bronze, en rendant mate la superficie du premier métal par une opération préalable, et en argentant préalablement le second par le procédé électro-chimique. On sait que le bronze ainsi argenté prend toujours un aspect mat. Il a obtenu par ce moyen une très-belle dorure mate que l'on peut brunir dans les parties où on veut l'avoir brillante. Il fait remarquer que le dépôt de l'or sur une surface mate s'opère plus lentement que sur une surface brillante ; il conseille donc de prolonger plus longtemps l'immersion dans le bain d'or.. Seulement ce procédé a l'inconvénient d'être dispendieux et de fournir des pièces de couleur verdâtre. L'argent sousjacent se sulfure aussi à la longue et noircit la dorure.

Quelque temps après, M. de Briant prépara un liquide propre à dorer au mat sans qu'il fût nécessaire de dépolir le métal à dorer avant l'opération. Il présenta à l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg le Mémoire où était enregistrée

cette découverte, et elle fut l'objet d'un rapport favorable du physicien Jacobi (1).

Elsner se mit aussitôt à expérimenter ce procédé, et je me contenterai de traduire le Mémoire qu'il a publié à ce sujet, pour ne point nuire à la clarté et à la précision de ses indications, en les insérant dans mon traité.

« Dans mon travail sur la dorure galvanique, dit-il, j'ai démontré qu'au moyen de mon procédé on peut obtenir une dorure mate tant sur l'argent que sur le laiton. Je dois ajouter maintenant à cette communication, que le laiton et le bronze deviennent très-propres à recevoir cette sorte de dorure, pourvu qu'on les déroche avant la dorure jusqu'à ce qu'ils aient acquis une belle couleur jaune. Ces objets n'ont rien à redouter de l'opération de la mise en couleur usitée en France, puisqu'ils n'en éprouvent aucun dommage et prennent un aspect des plus riches.

» Depuis, j'ai encore réussi à obtenir par le procédé galvanique une dorure mate qui ne le cède en rien au plus beau mat de Paris. J'ai été amené à cette découverte par un écrit de Jacobi sur la dorure galvanique (2), dans lequel j'ai trouvé des détails circonstanciés sur un mode de dorure de M. de Briant. Ce dernier emploie, comme bain d'or, une solution de cyano-ferrure jaune de potassium qu'il fait bouillir pendant quelques minutes avec l'oxyde d'or, et avec une certaine quantité de potasse caustique. Il sépare ensuite par la filtration un précipité brun (hydroxyde de fer) qui se forme pendant la réaction. Le liquide jaune et limpide qu'on a filtré constitue la solution d'or qui doit servir de bain. L'oxyde d'or, comme on le sait déjà, s'obtient en faisant digérer de la magnésie dans une solution de chlorure d'or.

» J'ai préparé ce liquide de la manière suivante : deux ducats, représentant à peu près 7 grammes, ont été dissous comme à l'ordinaire dans l'eau régale. Après avoir évaporé le liquide et recueilli le sel presque sec, je l'ai redissous dans l'eau pure à laquelle j'avais mêlé 250 grammes de magnésie calcinée, qui forma avec l'eau une espèce de pâte liquide ; je l'ai ver-

(1) Ce rapport, empreint d'une partialité évidente, a été l'objet d'une juste critique de la part de M. de Ruolz, dont les droits sont méconnus ou sacrifiés par M. Jacobi en faveur de M. de Briant. Les arguments de M. de Ruolz nous paraissent sans réplique. On pourra s'en convaincre, en consultant le *Technologiste*, tome IV, page 528.

(2) *Bulletin de Saint-Pétersbourg*, tome I, N° 5, et *Journal für praktische Chemie*, tome XXVIII, page 183.

sée dans un vase de porcelaine que j'ai fait chauffer (1). L'aurate de magnésie, ou le composé formé par la magnésie et l'oxyde d'or privé de son chlorhydrate, avait une couleur jaune clair. J'ai recueilli sur un filtre, lavé à l'eau et chauffé avec de l'acide nitrique étendu d'eau. L'hydroxyde brun d'or, qui est le produit de l'action de l'acide sur l'aurate de magnésie, fut séparé du liquide au moyen d'une seconde filtration, et jeté ensuite, avec le filtre sur lequel il avait été recueilli, dans une solution bouillante de 250 grammes de cyano-ferrure jaune de potassium et 30 grammes de potasse caustique L'ébullition fut continuée pendant près de 5 minutes, et le liquide fut encore filtré pour le débarrasser du dépôt d'oxyde de fer qui s'était formé, et j'obtins ainsi un bain d'or propre à donner une dorure d'un mat précieux sous tous les rapports.

» Le liquide préparé par moi diffère peu de celui de M. de Briant; il a cependant sur ce dernier le double avantage d'être plus facile à préparer et de coûter moins. J'ai pu obtenir avec une solution préparée comme je viens de le dire, un beau mat de Paris (2). Je dirai plus loin comment je suis arrivé à ce résultat.

» Cette expérience, qui fournit une nouvelle preuve de la préférence qu'on doit accorder pour la dorure au cyano-ferrure jaune de potassium, est de la plus haute importance, puisqu'elle démontre jusqu'à l'évidence qu'on peut abandonner l'usage du cyanure simple de potassium, qui, outre ses propriétés délétères, est d'un prix beaucoup plus élevé. Je dirai toutefois que j'ai doré de la même manière avec une solution de cyanure d'or dans le cyanure simple de potassium, mais sans obtenir de meilleurs effets qu'avec le cyano-ferrure jaune, qui sera toujours préférable sous le rapport de la salubrité et de l'économie.

» Ainsi que je l'ai déjà dit, j'ai employé comme bain d'or la solution préparée d'après la formule indiquée plus haut; mais, pour tout le reste de l'opération, j'ai suivi de point en point les prescriptions de M. de Briant, pour obtenir un beau mat ressemblant à celui de Paris. M. de Briant ne s'est point servi, pour décomposer la solution d'or, d'une pile composée d'un grand nombre d'éléments, mais bien d'un simple

(1) Au lieu de vase de porcelaine, on peut employer une capsule de verre ou un ballon.

(2) En prenant l'ammoniure d'or au lieu de l'oxyde dor, on arrive au même résultat, *ainsi qu'avec* le cyanure d'or, et la préparation en est plus facile. O. M.

couple de Daniell (1). Quant à moi, j'ai aussi fait usage, dans mes expériences, d'un seul élément. Il se compose d'un vase d'environ 18 centimètres de hauteur sur 9 centimètres de diamètre, dans lequel j'introduis un triple cylindre de cuivre, de terre poreuse et de zinc, c'est-à-dire composé d'un cylindre de cuivre en feuille, assez grand pour contenir un cylindre de terre dégourdie et non vernie, qui reçoit lui-même un troisième cylindre plus petit de zinc. Entre le premier et le second cylindre, et entre le second et le troisième, il doit se trouver un espace vide de 20 millimètres de diamètre. L'espace qui se trouve entre le vase et le cylindre de cuivre ainsi qu'entre ce dernier et le tube de terre, sera rempli avec une solution de sulfate de cuivre; on versera dans le diaphragme en terre une solution de sel marin, et enfin on y plongera le tube de zinc (2). Un fil de cuivre est enroulé à plusieurs tours sur le cylindre de cuivre, et se termine en une lame de platine (3) qui y est soudée. Le cylindre de zinc communique par un fil de cuivre à l'objet à dorer. Tout étant ainsi disposé, je plongeai les deux extrémités des conducteurs dans le bain d'or, ayant soin toutefois qu'ils ne se touchassent pas. Dans le commencement, il ne se manifesta aucun changement sensible dans le liquide, signe certain que le courant était faible; mais au bout de 24 heures je trouvai le fil de cuivre et l'objet qui y était attaché (c'était une statuette d'argent massif, haute de 12 à 15 centimètres) couverts d'une dorure mate de la plus grande beauté. J'étendis alors la solution d'or avec un peu d'eau, et je continuai l'immersion de la même statuette pendant l'espace de 6 à 8 heures; au bout de ce temps je la retirai, je la lavai à l'eau de pluie, je la plongeai pendant quelques minutes dans l'eau de pluie bouillante, enfin je la séchai à l'air, ce qui se fit en peu de temps, et j'avais obtenu un mat magnifique.

(1) On peut se contenter du courant dégagé par un seul couple de Daniell, même pour dorer des objets de grande dimension. Cet appareil l'emporte, sans contredit, sur le tube à membrane de M. de la Rive. M. Becquerel (*Eléments d'électro-chimie*, pages 339, 360) fait remarquer en effet qu'en faisant usage d'un diaphragme de vessie, une certaine quantité d'or réduit en poudre s'y attache, tandis qu'une portion de sel d'or le traverse, se mêle au liquide ou baigne le zinc et finit par y adhérer. En outre, lorsque l'objet reste longtemps plongé dans le bain, il arrive souvent, comme l'a remarqué Elsner, qu'une quantité d'or pulvérulent va couvrir la surface de la dorure, et s'y attache avec grand danger de la perdre sans ressource.

(2) Voir la fig., page 34.

(3) Plusieurs personnes ont conseillé de substituer à la lame de platine, qui termine le pôle positif, une lame d'or pour la dorure, et une lame d'argent pour l'argenture.

» J'ai encore obtenu une fort belle dorure mate sur le bronze, mais je dois prévenir que j'avais eu soin, à l'avance, d'argenter au mat, par la méthode que j'ai enseignée (1), la statuette sur laquelle j'opérais, et qui avait 12 à 15 centimètres de hauteur. La couleur de la dorure était jaune d'or mat, mais un peu plus pâle que celle que j'avais obtenue sur la statue d'argent massif dont j'ai parlé plus haut (2).

» Je ferai remarquer que, suivant mon usage constant, mon opération fut exécutée à la température de l'atmosphère, et sans chauffer aucunement le bain d'or.

» Je rappellerai encore que bien que les objets fussent brillants et même brunis avant de les plonger dans le bain, je n'en obtins pas moins un mat de fort belle apparence ; d'où il suit que pour avoir une dorure qui présente cet aspect, il faut remplir ces conditions essentielles : employer la solution dont nous avons indiqué la préparation, et se servir d'un courant très-faible qu'on fait agir pendant longtemps.

» Le bain d'or dont j'ai fait usage était préparé depuis plus de six mois ; il avait servi à dorer une grande quantité d'objets de métaux différents ; il me serait donc impossible de dire au juste la nature de sa composition. Dans tous les cas, il sera toujours infiniment préférable, pour produire la dorure mate, de se servir du liquide préparé avec l'oxyde d'or comme je l'ai enseigné ; les résultats seront toujours plus certains, ainsi que je m'en suis convaincu par l'expérience (3).

lorsqu'on se sert de la pile de Daniell. En effet, le pôle positif étant formé de même métal que celui du bain, tandis que ce dernier s'en dépouille et se dépose sur le pôle négatif, le pôle positif, à son tour, se dissout par le même courant, et rend à la solution une partie du métal qu'elle a perdu. De cette manière, elle conserve plus longtemps la propriété de dorer ou d'argenter, puisque le métal cédé par la solution est remplacé à l'instant même, sans aucune dépense de temps ni de matière. L'usage du pôle positif soluble a été découvert d'abord par Jacobi et Spencer. MM. Boquillon, Walker et de Ruolz ont ensuite adopté un électrode soluble d'or pour les solutions d'or, et Walker un électrode d'argent pour les bains d'argent.

Il faut, pour assurer le succès de l'opération, que le pôle positif soluble soit d'une grandeur proportionnée à celle des objets qu'on veut recouvrir de métal, et autant que possible adapté à la forme générale de ces objets. On trouvera de plus grands détails sur l'emploi de l'anode soluble, dans le *Manuel complet de Galvanoplastie*, de l'*Encyclopédie-Roret*, au chapitre des procédés divers.

(1) Voir le Chapitre IX, où l'on trouvera cette méthode.

(2) Un moyen préférable de produire le mat sur cuivre, laiton, bronze, c'est de cuivrer l'objet. Voir la préparation du bain au chapitre X. O. M.

(3) *J'ai essayé* plusieurs bains à l'oxyde d'or et souvent, mais sans remarquer de *supériori*[illegible] à l'ammoniure et au cyanure d'or. O. M.

» Le beau mat que l'on obtient ainsi se comporte absolument comme celui produit par la dorure au mercure. Il faut donc prendre garde de le toucher ou de le frotter fortement; sans cela, les parties qui auraient subi un frottement énergique se montreraient brillantes et polies comme si on les avaient brunies.

» Maintenant qu'on a trouvé une méthode pour produire le beau mat de Paris, l'examen de la dorure galvanique doit être considéré comme terminé, car c'était là le seul problème qui restât à résoudre dans cette question. C'est actuellement aux fabricants à faire l'application des résultats obtenus par les expérimentateurs; c'est à eux d'approprier aux opérations en grand, les règles qui ont été tracées pour les expériences faites sur une plus petite échelle. Ils pourront y apporter toutes les modifications que leur propre intelligence ou l'expérience de chaque jour leur démontreront avantageuses pour la réussite du travail.

» Je suis d'autant plus satisfait d'être parvenu à la découverte de ce procédé, que le besoin en était plus urgent, à tel point qu'il y a quelque temps, un voyageur qui se trouvait à Berlin demandait une somme de plusieurs milliers d'écus pour faire connaître le secret qu'il connaissait de produire le beau mat de Paris. »

Pour encourager de plus en plus nos fabricants à ne pas négliger l'application de la dorure électro-chimique au mat, j'ajouterai aux exhortations d'Elsner, qu'un procédé qui permet une réussite si facile est de la plus haute importance; car à Paris même, où un grand nombre de fabricants connaissent la manière de passer au mat la dorure au mercure, il existe à peine dix ouvriers (si l'on croit M. Christofle, un des plus habiles bijoutiers de cette capitale) qui soient capables de l'exécuter parfaitement (1). Avec la méthode électro-chimique, chacun peut réussir, lorsqu'il s'est familiarisé avec les manipulations, qui, du reste, sont en petit nombre et ne présentent aucune difficulté sérieuse. De quelle utilité ce procédé ne sera-t-il pas pour les ouvriers, puisqu'ils pourront livrer des pièces dorées au mat, capables de rivaliser, pour la beauté, avec celles qu'on tire de Paris (2).

(1) *Revue scientifique et industrielle de Quesneville*, décembre 1843, page 530.

(2) L'auteur berce ici ses lecteurs d'une vaine espérance, car tout le monde sait que la bonne dorure mate au mercure est encore la plus durable et la plus riche et que tous les procédés pour donner le mat par voie de précipitation, et on en connaît plusieurs, ne peuvent encore rivaliser avec elle pour la beauté et la richesse. Sa description, malgré sa longueur, est en outre fort incomplète et nous doutons même qu'on parvienne par ce

DORURE ROUGE.

Suivant la destination des objets à dorer, les habiles artistes savent donner à propos des tons différents à la couleur de la dorure, et tantôt on la voit jaune pâle, tantôt jaune d'or franc, quelquefois d'une couleur de flamme, quelquefois, enfin, rouge.

Dans les premières expériences de dorure électro-chimique qu'il fit d'après les indications de M. de la Rive, Boettger avait remarqué qu'une cuillère d'argent plongée dans la solution de chlorure d'or, en contact avec un fil mince de cuivre, était sortie d'un bain recouverte d'une couche d'or d'un rouge vif. Dans la suite, et lorsque le nouvel art de dorure se fut perfectionné, on mit à profit cette remarquable propriété du cuivre pour obtenir à volonté la couleur rouge.

Elsner indique la préparation d'un liquide propre à fournir la dorure rouge ; il suffit d'ajouter à l'or métallique que l'on fait dissoudre dans l'eau régale, un peu de cuivre ; on opère du reste comme il a été dit pour la dorure de couleur naturelle. D'autres conseillent de mêler au bain d'or quelques gouttes d'un sel de cuivre dissous (1). Mais Frankenstein a observé que par cette simple addition faite dans un dosage précis, la dorure rouge ne s'accomplit qu'au bout de quelques minutes et sous l'influence d'une température beaucoup plus élevée, 60 à 70° C. Suivant le même chimiste, cette résistance du cuivre à se déposer lorsqu'il est mélangé avec l'or, dépendrait de la plus grande facilité de décomposition que possède le cyanure d'or sous l'influence du courant électrique, si on le compare au même sel de cuivre.

Si le sel de cuivre n'est pas parfaitement dissous dans le liquide, mais qu'il s'y trouve à l'état de simple suspension,

moyen à produire rien de bien remarquable. S'il a doré par dépôt lent, ce qui est probable, il a dépensé beaucoup d'or et ne produit qu'un aspect terne. S'il a produit le mat par les acides, il ne décrit pas les opérations préliminaires, chose indispensable pour obtenir des résultats tant soit peu satisfaisants. Les acides composés à mater sont composés, suivant M. Roseleur, ainsi qu'il suit :

Acide azotique à 36° (eau-forte jaune). . . .	200 parties en volume.	
Acide sulfurique à 66° (huile de vitriol). . .	100	
Sel marin.	1	
Sulfate de zinc (couperose blanche).	1	F. M.

(1) *Le cyanure de ce métal* est le seul qui réussisse.

très-divisé, ou sous la forme de flocons rouges, on n'obtiendra pas la dorure telle qu'on la recherche. Il est donc indispensable de se procurer un liquide qui, en se décomposant par l'action du courant, cède à la fois le cuivre et l'or. Voici la formule donnée par Frankenstein :

On dissout 2 parties de cyanure de potassium pur, préparé suivant la prescription de Liebig (1), dans 15 parties d'eau chaude, on y mélange du sulfate de cuivre, et on fait bouillir le tout pendant quelques minutes, jusqu'à ce que la liqueur devienne jaune et claire (2). On obtient ainsi une solution de cyanure de cuivre, qu'on versera encore chaude, dans la proportion de 1 à 5 parties, dans le bain d'or obtenu par le procédé de Frankenstein (3). La quantité variera suivant qu'on voudra obtenir une dorure d'un rouge plus ou moins vif. Pour dorer avec ce liquide, il est nécessaire de le faire chauffer jusqu'à l'ébullition. S'il arrivait qu'il produisît une dorure trop pâle, on ajouterait de nouveau un peu de cyanure de cuivre; si, au contraire, elle était trop rouge, on ajouterait un peu de solution d'or non mélangée de cuivre.

Elsner indique la préparation du cyanure de cuivre, en dissolvant 1 partie de sulfate de cuivre dans 4 à 12 parties d'eau ; on traite le liquide bleu avec une solution de cyanure de potassium, en agitant continuellement, jusqu'à ce qu'un précipité rouge brun, qui se dépose au commencement, *soit* redissous complètement, et que le liquide paraisse bien coloré et limpide. 2 à 3 parties de cyanure de potassium sont à peu près suffisantes pour une partie de sulfate de cuivre. Au lieu de sulfate de cuivre, on peut employer le nitrate ou l'hydrochlorate de la même base.

Cette solution cuivreuse est ajoutée en proportion convenable au bain d'or, pour rendre la couleur plus ou moins rouge, suivant qu'on le désire (4).

On peut aussi transformer la dorure jaune en dorure

(1) Je donnerai cette formule en parlant de l'argenture de la fonte, dans le Chapitre X.

(2) Cette dissolution de cuivre donne un mauvais résultat parce que l'acide sulfurique reste dans le bain, le carbonate de cuivre, ou mieux le cyanure de cuivre est préférable, mais aujourd'hui on emploie très-rarement le cuivre dans les bains pour donner une couleur rouge à la dorure. Voir le chapitre X. O. M.

(3) Voyez page 31.

(4) Dans le cas où l'on voudra obtenir une dorure très-pâle, on ajoutera au bain d'or un peu de solution d'argent, au lieu de cuivre, etc. Voyez le Chapitre IX.

rouge en la barbouillant avec un mélange d'acétate de cuivre, de tartrate acide de potasse et de sel marin, chauffant puis gratte-boessant avec soin.

On produit aussi aujourd'hui une dorure rose en dorant d'abord par les moyens connus, puis plongeant dans un bain composé qu'on prépare avec 1 partie de bain d'argenture neuf, 25 parties de bain de dorure également neuf et 15 parties de bain de cuivrage récemment préparé. Cette dorure est difficile à préparer et à obtenir d'une teinte déterminée. Elle se fait à chaud et a besoin d'être gratte-boessée.

DORURE VERTE.

La dorure verte s'obtient en ajoutant aux bains d'or une solution de cyanure double de potassium et d'argent. La nuance de vert varie suivant la proportion des éléments qui constituent les bains.

On peut aussi, sur une même pièce, combiner les ors rouge, rose et vert, varier la nuance de ces couleurs et obtenir ainsi des effets fort élégants et très-remarquables. C'est au goût et à l'habileté des artistes à déterminer à l'avance ces effets et à chercher à les obtenir.

CHAPITRE VI.

Expériences faites dans le laboratoire de chimie du Lycée royal de Reggio, sur différents liquides aurifères.

Recherches d'un liquide aurifère propre à fournir une belle dorure à peu de frais; — Résultats douteux obtenus d'abord. — Modification du procédé de de Briant, et avantages obtenus; — Ammoniure d'or substitué à l'hydroxyde d'or; — Solution de cet ammoniure dans le cyano-ferrure de potassium, mélangé au carbonate de soude, et avec le cyano-ferrure seul; — Expériences comparatives faites avec l'oxyde d'or hydraté. — Formule d'un liquide aurifère produisant la dorure brillante et mate, sur différents métaux et alliages, déduite des observations et des expériences; — Phénomènes remarqués sur ce liquide sous l'action du courant électrique; — Simplification dans la manière de le préparer; — Examen d'un soupçon de plagiat insinué contre l'auteur par le professeur Grimelli; — Revendication de l'indépendance de ses propres travaux d'avec l'indication d'une liqueur aurifère proposée par Grimelli.

Unicuique suum. . . .

Dans le cours des leçons de chimie, données par moi au Lycée royal de Reggio, je pensai à m'occuper de la dorure et de l'argenture par le procédé électro-chimique; et, en effet, dans le courant du mois dernier et de celui-ci (mai 1844), j'enseignai aux ouvriers de cette ville, et à beaucoup d'autres auditeurs qui étaient venus en grand nombre m'honorer de leur attention, la manière de mettre ce procédé en pratique, et je dorai et argentai en leur présence. Pour pouvoir déterminer, en connaissance de cause, lequel, parmi les nombreux procédés enseignés par les auteurs qui ont écrit sur la dorure électro-chimique, méritait la préférence, je voulus les répéter tous l'un après l'autre, et je trouvai que le plus avantageux est le suivant, indiqué par Elsner : il consiste à préparer un bain d'or avec 1 partie de chlorure d'or, 10 parties de cyano-ferrure de potassium, 100 parties d'eau et 4 à 5 parties de carbonate de soude. On fait chauffer la solution de chlorure d'or, on la rend alcaline au moyen du

cyano-ferrure, et enfin on y ajoute le carbonate de soude pour neutraliser complètement le sel d'or. Mais, comme chacun peut le voir, ce liquide est fort cher, et les ouvriers, qui demandent la plus grande économie possible dans le travail, m'ont engagé à rechercher quelque solution d'or moins coûteuse, et néanmoins capable de fournir des résultats à peu près égaux.

Je travaillai dans ce but, et me rappelant que Graëger avait remarqué qu'il fallait mêler au liquide aurifère 2 parties seulement de cyano-ferrure de potassium pour une partie de chlorure d'or, je voulus essayer si, en combinant les deux corps dans cette proportion avec du carbonate de soude, je pourrais obtenir un liquide propre à dorer. Il est vrai que Graëger avait averti, dans une de ses notes (1), qu'avec 2 parties de cyano-ferrrure, sa liqueur donne une dorure sale tant qu'elle reste alcaline, tandis que la dorure devient nette si on rend la solution acide au moyen de l'acide sulfurique. Mais j'ai été conduit à supprimer l'acide, à cause du dégagement d'acide prussique qui émane de la dissolution, et j'ai substitué le carbonate de soude à la potasse caustique indiquée par Graëger, afin d'altérer moins profondément le cyano-ferrure, car je suis persuadé que l'acali caustique doit l'attaquer. Après plusieurs expériences répétées, j'obtins un liquide donnant une fort belle dorure, ce qui me fit d'abord croire que j'avais atteint mon but ; mais, lorsque je voulus, une autre fois, répéter l'expérience de point en point, je n'ai plus obtenu, à mon grand étonnement, qu'une solution fournissant une dorure sale, sans pouvoir produire une couleur jaune d'or pure. Dans l'un comme dans l'autre cas, j'avais employé les mêmes substances, si ce n'est que le chlorure d'or employé dans la première solution avait été préparé à part de celui qui servit à la seconde. Après bien des recherches pour découvrir le motif de la différence entre les deux chlorures d'or, je n'arrivai pas tout d'abord à en trouver de satisfaisant; mais, dans la suite, ayant réfléchi que dans la préparation du premier chlorure d'or il s'était trouvé mêlé par erreur un peu d'ammoniure, j'en vins à soupçonner que la présence de l'ammoniaque, combinée avec l'or, et séparée ensuite à l'état naissant par la décomposition de l'alcali, avait pu, dans une série de réactions diverses, influer sur la qualité du liquide et le rendre propre à dorer

Il me vint de là l'idée d'essayer si réellement l'amm

(1) *Revue scientifique et industrielle*, par Quesneville. Février 1844. Voyez Ch*tre IV*, § 2.

niure, mêlé au chlorure, agissait d'une manière particulière dans la formation d'un composé d'or reconnu pour donner de belles dorures. Dans le même temps, ayant été obligé de traiter de la dorure mate, je crus convenable de reporter mon attention sur la préparation du liquide de M. de Briant, suivant les indications d'Elsner (1), et je recommençai de nouveaux essais pour pouvoir répéter les expériences dans mes leçons avec certitude de succès. Mais, comme la préparation de l'oxyde d'or me parut devoir réussir difficilement entre les mains des ouvriers, qui ont tant de répugnance à adopter les applications scientifiques lorsqu'elles semblent présenter des manipulations compliquées, je cherchai dans mon esprit si, à l'oxyde d'or hydraté, on ne pourrait pas substituer un autre composé plus facile à préparer, mais également propre à remplir le but. Il me vint tout-à-coup à l'idée d'employer l'ammoniure d'or, persuadé que cette substance, amenée au point de l'ébullition, se transformerait, par la réaction de la potasse caustique, en oxyde d'or et en ammoniaque. Cette supposition était fortifiée par les indications contenues dans un travail de Figuier, inséré dans l'*Institut*, et où il déduit de nombreuses expériences, que les ammoniures d'or ne sont pas autre chose que des combinaisons directes de l'ammoniaque avec l'oxyde d'or métallique (2). Je pris donc 80 décigrammes de cyano-ferrure de potassium, et 13 décigrammes de potasse caustique que je fis dissoudre et chauffer jusqu'à l'ébullition; j'y ajoutai l'ammoniure retiré de 5 décigrammes de chlorure d'or [c'est la quantité de sel recueilli par la formule de M. de Briant, rapportée par Elsner (3)], et je fis bouillir le tout pendant 12 minutes environ.

Pendant l'ébullition, l'ammoniaque se dégagea, et ce dégagement me confirma dans l'idée de la décomposition de l'ammoniure en alcali et en oxyde d'or; d'un autre côté, je reconnus, en examinant le dépôt qui se précipitait de la solution, que tout l'ammoniure ne se séparait pas de l'oxyde par l'action de la potasse caustique, puisque ce dépôt n'était pas formé d'oxyde de fer seulement, comme celui que l'on obtient au moyen de la liqueur originale de M. de Briant, mais qu'il contenait, en outre, une certaine quantité de par-

(1) Voyez le Chapitre V ci-dessus.

(2) *Institut*, N° 539. « Je fais voir que l'or fulminant, ou mieux les diverses espèces d'or fulminant, ne peuvent être regardées que comme des combinaisons pures et simples d'ammoniaque avec les divers oxydes d'or. »

(3) Voyez page 53.

celles d'or métallique. Ce mode de se comporter, du nouveau liquide, indique bien la différence de nature qui existe entre lui et la liqueur de M. de Briant, car le premier dore au mat en 15 ou 16 heures, tandis que le second exige au moins 36 heures.

J'employai pour appareil, tantôt un simple couple de Daniell et tantôt le tube à diaphragme. J'arrivai ainsi à produire la dorure mate, non-seulement sur l'argent, mais encore sur l'étain. MM. Elsner et de Briant n'avaient pu obtenir ce genre de dorure que sur le premier de ces métaux. Il me vint quelques doutes, comme je l'ai dit au commencement, sur la manière dont se comporte l'ammoniure d'or en présence d'un alcali, et en examinant bien les excellents résultats de dorure mate dont je viens de parler, en réfléchissant à la précieuse propriété que possède le cyano-ferrure de potasse, d'enlever à la liqueur composée d'ammoniure d'or et de sel ammoniac, l'inconvénient de fournir une dorure sale, je me résolus à pousser plus loin mes investigations. Je voulais rechercher de nouveau une solution d'or peu coûteuse, facile à préparer, et capable de donner la dorure mate, ou brillante, sans couvrir d'une poudre noire les objets à dorer. Je pensai alors à diminuer la quantité de prussiate jaune employé en abondance par Elsner et de Briant, à me servir de l'ammoniure d'or en place du chlorure, et à substituer à la potasse caustique le carbonate de soude, substitution qui m'était indiquée par l'exemple d'Elsner.

La première expérience eut lieu avec une solution faite à chaud de l'ammoniure d'or recueilli de 5 décigrammes de chlorure, auquel je mêlai un gramme de cyano-ferrure de potassium, et 5 décigrammes de carbonate de soude. L'ammoniaque se dégagea pendant l'ébullition, et le dépôt, formé dans la réaction, prit l'aspect dont j'ai parlé, c'est-à-dire d'une substance d'un rouge tirant sur le pourpre et entremêlée de paillettes d'or. Le liquide était d'une couleur rougeâtre, et l'ayant essayé de diverses manières j'en obtins une dorure brillante ou mate, mais dénuée de cette belle couleur jaune pure qu'on remarque dans les objets dorés par le procédé d'Elsner.

Il fallut donc encore recourir à de nouveaux essais ; je préparai deux nouveaux liquides, dans l'un desquels je doublai la quantité du cyano-ferrure, sans rien changer à la proportion des autres substances ; dans le second, je doublai la dose de carbonate de soude. Ayant essayé comparativement *ces deux liquides*, je fus pleinement convaincu que le second

l'emporte de beaucoup et sous le rapport de l'économie et par la supériorité de la dorure qu'il produit. Je m'y arrêtai donc sans rechercher d'autres combinaisons, intimement persuadé que je n'en trouverais pas d'aussi propres à composer des liqueurs donnant une belle dorure, et qu'il serait difficile d'en rencontrer de plus simples et de moins coûteuses.

Dans la suite, je voulus connaître, par pure curiosité, si le cyano-ferrure de potassium, tel qu'on le trouve dans le commerce, toujours mêlé de carbonate de soude, pourrait, à lui seul, dissoudre l'ammoniure d'or en y joignant l'action d'un sel alcalin. J'ai donc fait bouillir 10 grammes de cyano-ferrure de potassium avec l'ammoniure tiré de 5 décigrammes de chlorure d'or. Il survint, comme à l'ordinaire, un dégagement d'ammoniaque, il se forma un précipité d'oxyde de fer mêlé de particules d'or, et le liquide prit une couleur jaune d'or. J'y plongeai différents objets en métal communiquant avec une pile à diaphragme, et j'obtins sur ces objets une dorure magnifique, capable de rivaliser avec celle d'Elsner. La grande quantité de cyano-ferrure employé, qui répond au quadruple de celle indiquée par de Ruolz pour former un bain d'or avec le chlorure de cette dernière base démontre que j'ai regardé comme une bonne chose l'abondance du cyano-ferrure, pour mettre en contact avec le cyanure autant de carbonate de potasse qu'il en faut pour le décomposer.

La nature des différents liquides que j'ai préparés avec l'ammoniure d'or, le caractère de leur dépôt insoluble, la facilité qu'ils présentent de dorer au mat l'argent et surtout l'étain, rencontrés tant dans un liquide analogue à celui de de Briant, que dans un autre, composé de cyano-ferrure de potassium et de carbonate de soude, m'autorisent à poser en principe que l'ammoniure engendre un composé soluble dans le mélange des deux sels, et qui diffère essentiellement du composé provenant du simple oxyde d'or hydraté. Pour confirmer mon assertion par un fait, j'ai pris l'oxyde d'or formé par 5 décigrammes de chlorure, et je l'ai fait bouillir dans une solution aqueuse de 1 gramme de cyano-ferrure de potassium, et de 1 gramme de carbonate de soude. Le liquide résultant déposa avec peine sur l'étain une couche d'or pâle et peu adhérente, il dora même fort mal l'argent.

En me reportant au phénomène indiqué plus haut, phénomène observé en préparant un bain-d'or avec un mélange de chlorure d'or et d'ammoniure, et me souvenant que, dans le dépôt resté après l'ébullition, j'avais remarqué quelques particules d'or, que j'attribuais alors à la réaction produite par un peu de substance organique qui pouvait se trouver

par hasard dans l'éprouvette employée à faire bouillir le mélange, ou dans ce mélange lui-même, je fis sur-le-champ une expérience avec du chlorure d'or mêlé à l'ammoniure et aux deux sels alcalins, etc. La solution jaune clair qui en résulta dora d'une manière très-satisfaisante, sans produire ces ombres et ces taches que donne un liquide préparé sans l'adjonction de l'ammoniaque. Ainsi, en comparant une lame d'argent qui était restée plongée pendant quelque temps dans ce bain, avec une lame dorée par la méthode d'Elsner, je ne trouvai entre elles aucune différence sensible pour la beauté du coup-d'œil.

Après avoir ainsi recherché la cause qui produit la différence d'action du premier liquide fait avec du chlorure d'or mêlé par hasard à de l'ammoniure, je m'appliquai à essayer de nouveau si la solution d'ammoniure d'or dans le cyano-ferrure jaune de potassium et le carbonate de soude, pouvait être préparée plus facilement, de manière à ce que les ouvriers ne fussent pas embarrassés par le lavage et le filtrage. Mais, avant d'exposer comment j'ai atteint ce but, il me reste à décrire toutes les particularités qui se rattachent à la manière d'obtenir la solution désignée plus haut, et qui fournit une dorure si riche et si belle, qu'elle égale et surpasse même celle qu'on obtient par la méthode de de Briant.

Dans un bassin de porcelaine, chauffé par une lampe à esprit-de-vin, je mets 1 gramme de carbonate de soude et 1 gramme de cyano-ferrure jaune de potassium avec 30 grammes d'eau; lorsque cette eau est bouillante et les deux sels complètement dissous, j'ajoute l'ammoniure produit par 5 décigrammes de chlorure d'or qui a été versé sur un filtre de papier, lavé à différentes reprises, et recueilli avec une spatule d'argent doré. À peine l'ammoniure a-t-il été ajouté, que l'ammoniaque commence à se dégager très-distinctement, l'ammoniure se rembrunit visiblement; il prend, à mesure que l'ébullition devient plus forte, une couleur rouge décidée tirant un peu sur le pourpre, et finit par former un dépôt en larges flocons mêlés de paillettes d'or. Au bout de dix minutes d'ébullition à peu près, l'odeur d'ammoniaque cesse tout-à-fait, et est remplacée par l'odeur particulière à la lessive; le liquide prend cette belle couleur d'or qui caractérise les solutions aurifères. Au bout de 12 minutes, on enlève le vase du feu, on filtre la dissolution à travers un papier buvard un peu clair, pour hâter autant que possible la filtration. Pendant l'ébullition du mélange, il est indispensable d'y verser un peu d'eau chaude pour remplacer à mesure celle qui *s'évapore*, et l'on continue cette addition, parce qu'autre-

ment, le liquide réagirait sur le précipité, au point de le dissoudre en partie, et se colorerait en rouge tirant sur le brun, état dans lequel il ne produirait pas une trop belle dorure. Par le même motif, il ne faut pas craindre d'allonger, avec de l'eau froide, le liquide versé sur le filtre, lorsqu'il s'en est déjà écoulé une partie, afin que ce qui reste en dernier et qui passe plus lentement, ne prenne pas une couleur brune par son contact avec le dépôt.

La première fois que je préparai le liquide aurifère, suivant la formule indiquée, je l'obtins coloré en jaune un peu rougeâtre ; mais des observations successives m'ont démontré que quand on a soin de le maintenir étendu pendant l'ébullition, il dore mieux et ne perd point alors sa belle teinte jaune d'or, pour prendre la couleur rougeâtre (1). La réunion de l'eau qui a servi à la solution, avec celle qu'on verse sur le filtre, doit fournir un liquide pesant environ 65 grammes. Ce bain d'or m'a fourni une belle dorure bien franche, bien brillante, avec un couple de Daniell et avec l'appareil à diaphragme, sur le cuivre, l'argentan ou pakfong ; sur le laiton, le bronze, l'étain, l'acier et la fonte.

En employant un couple de Daniell très-faible, ou un tube à diaphragme et de petite dimension, j'ai doré au mat, avec le liquide ci-dessus, l'argent, l'étain (2), le bronze, le cuivre, le laiton et l'argentan, sans avoir fait subir à ces métaux aucune préparation préalable, et même après avoir poli leur surface. Qu'il me soit donc permis de dire que personne, que je sache, n'avait obtenu jusqu'ici la dorure mate sur les cinq derniers de ces métaux. Et la preuve, c'est qu'Elsner, qui s'est occupé le premier avec tant de soin de ce genre de dorure, avoue qu'il n'a pu l'obtenir que sur l'argent, et que pour dorer ainsi le bronze, il a été obligé d'argenter d'abord cet alliage.

(1) Quand le liquide paraît rouge, il contient toujours du fer en dissolution qui empêche le courant de bien décomposer le sel d'or, et qui, au lieu d'une couche d'or, forme un dépôt noir pulvérulent. D'autres fois, il arrive que la liqueur, encore bien que d'une couleur jaune, se montre rebelle à dorer, et dépose également une poudre noire sur les objets qui y sont plongés. En l'abandonnant pendant quelques heures dans un vase ouvert, après qu'elle a subi l'influence du courant électrique, elle abandonne l'hydrate d'oxyde de fer, et devient alors propre à couvrir les métaux d'une belle couche d'or.

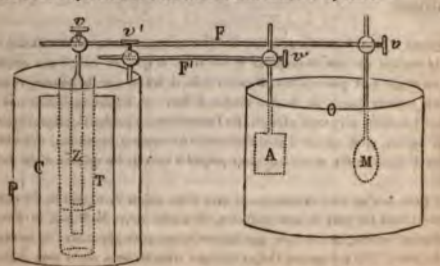
(2) L'étain *doré au mat*, conjointement avec deux objets en argent, a été exposé publiquement sous les yeux de mes auditeurs, dans mon cours du 9 mai, et il a obtenu l'approbation de tous les ouvriers qui étaient venus pour apprendre la nouvelle manière de dorer ; il a été surtout l'objet d'éloges très-flatteurs de la part d'un habile *orfèvre, M. Segoani*, très-expert en pareille matière.

Pour dorer au mat avec le liquide dont j'ai parlé, il faut que l'objet reste plongé pendant 15 ou 16 heures au moins (1), et que le courant soit assez faible pour qu'après 15 minutes d'immersion, on commence seulement à voir apparaître une légère couche d'or. Si le courant était trop énergique, la dorure mate se produirait vite, mais avec un ton rembruni. Mais si l'action électrique est réglée convenablement, les objets composés des métaux que j'ai désignés, sortiront du bain recouverts d'une couche d'or mate, aussi parfaite qu'on peut le désirer ; on pourra les laver à l'eau, et les essuyer avec un linge fin, sans leur faire perdre leur mat ; car le dernier dépôt d'or est assez adhérent pour résister à un frottement énergique. Tous les métaux ne sont pas propres à prendre un beau mat par ce procédé : d'après les observations comparatives que j'ai faites, il faut placer en première ligne l'étain, et ensuite le bronze, l'argent, le cuivre, le laiton, l'argentan. L'acier prend aussi le mat, mais il est trop sombre pour pouvoir être parfaitement doré de cette manière. Il en est probablement de même des autres métaux et alliages que je n'ai pas soumis aux expériences.

Encore bien que l'emploi de l'appareil à diaphragme puisse paraître avantageux à quelques personnes, je conseillerai néanmoins d'adopter toujours de préférence un couple de Daniell (2), parce que l'action électrique devant être prolongée

(1) La dorure est effectivement d'un beau mat après 15 ou 16 heures dans le bain, mais alors la dorure est très-forte et ne peut pas être facilement vendue dans le commerce à cause de son haut prix de revient. Un autre moyen moins coûteux, donnant un mat qui ne laisse rien à désirer, est indiqué aux *Procédés divers*. O. M.

(2) La pile de Daniell, dont je me suis servi, se compose de deux vases, l'un en cuivre, l'autre en terre poreuse, et d'une lame de zinc roulée en cylindre.



C est le vase de cuivre ; T, celui de terre ; Z, le cylindre de zinc. P est un vase de

pendant plusieurs heures, il serait impossible d'éviter le mélange par endosmose de la liqueur aurifère avec la solution de sel marin, et, réciproquement, suivant leur densité relative. Il faut encore éviter d'employer le même bain d'or pour des métaux et alliages différents, car il m'est arrivé que le liquide, après avoir parfaitement doré une lame d'argent, et ensuite une cuillère de maillechort, m'a donné une dorure noire et sale lorsque j'ai voulu l'employer une troisième fois à dorer une autre lame d'argent. De semblables observations, relativement au maillechort, ont été faites par d'autres personnes ; il faut donc avoir un bain à part pour ces sortes d'alliages.

J'ai remarqué, pendant le cours de mes travaux, quelques phénomènes dignes d'attention : 1° avec mon liquide, l'acier se dore plus vite que les autres métaux, mais l'argent résiste un instant à recevoir la première couche d'or ; 2° la liqueur, qui, après sa préparation, exhale une odeur de lessive, commence à dégager une odeur distincte de cyanogène lorsqu'elle est restée quelque temps sous l'influence du courant, et surtout lorsqu'on la maintient fortement alcaline ; 3° un objet déjà doré et plongé dans le liquide aurifère, ne se couvre pas entièrement d'or sur la partie plongée ; mais au bout de quelques heures il perd l'or dont il était couvert sur une hauteur de quelques millimètres, depuis le point où il sort *du bain*, et graduellement vers la partie supérieure (1).

faïence renfermant le cylindre de cuivre C. Dans l'espace qui existe entre C, T et P, on verse une solution de sulfate de cuivre, et dans l'espace entre T et Z, une solution de sel marin. Au vase C, et au cylindre Z, on soude deux fils de cuivre. On attache au fil F', une lame de platine ou encore mieux d'or A ; et au fil F, l'objet à dorer. Les vis de pression *vv*, *v' v'* servent à assujettir les fils conducteurs, et à régler leur longueur et leur position. Quand la solution saline s'élève jusqu'au bord du vase poreux T, la pile produit un courant qui donne une dorure rapide et brillante. En diminuant la quantité de fluide excitant, la décomposition du bain d'or devient plus faible, et par suite le dépôt d'or s'opère plus lentement.

(1) La redissolution de l'or dans le liquide aurifère, au-dessus du point où l'objet est immergé, tient sans doute de la faculté dissolvante du bain, qui, attiré jusqu'à une certaine hauteur par l'attraction capillaire, à l'état de couche très-mince, ne doit plus être sensible à l'influence du courant, et peut alors agir suivant ses propriétés chimiques. Ces propriétés sont énergiquement excitées par l'extrême ténuité de la couche à laquelle le liquide se trouve réduit ; c'est ainsi qu'on a remarqué dans les belles expériences de Fusinieri et de Bizio, que les corps réduits à un extrême degré de ténuité acquièrent une vertu très-énergique. Ceci semble encore confirmé par la remarque que j'ai faite, qu'un objet métallique doré et plongé en partie dans un liquide, sans communiquer avec une pile, se dépouille de la dorure dans la partie plongée, et même sur *quelques millimètres* de la partie non plongée dans le bain.

Le bain d'or qui donne la dorure mate peut aussi parfaitement servir à la dorure brillante, puisque, avant de produire le mat, il couvre les objets d'une couche d'or brillante.

Lorsqu'on veut avoir une dorure brillante, il faut quelques heures pour obtenir une couche d'or assez épaisse pour résister à l'action des acides nitriqué et sulfurique, et qui soit comparable à la dorure au feu. Dans cette opération, il sera nécessaire d'enlever de temps en temps l'objet hors du bain, de le laver à l'eau de pluie, de le frotter avec une brosse imbibée de crème de tartre en poudre fine; on le lave alors dans une autre eau, et on le replace dans le bain. Ce soin, recommandé par Elsner, est toujours très-avantageux pour faire prendre aux objets une belle couleur jaune d'or pure, sans que jamais ils soient ternis par cette teinte brune qui enlève à la dorure toute sa beauté.

Parmi tous les métaux et alliages, l'argentan est celui qui prend la plus belle dorure, avec le bain d'or désigné plus haut; viennent ensuite l'étain, le bronze, l'argent, l'acier, etc.

Comme j'ai toujours eu en vue, dans toutes les recherches dont j'ai parlé, l'intérêt des ouvriers qui recherchent avant tout des manipulations simples, j'ai essayé si le chloro-ammoniure qui se forme dans la réaction de l'ammoniaque avec le chlorure d'or serait nuisible au bain d'or. J'ai donc conservé les mêmes proportions de 1 gramme de cyano-ferrure, 1 gramme de carbonate de soude, 35 grammes d'eau, et 5 décigrammes de chlorure d'or réduit en ammoniure. Lorsque les deux sels alcalins ont été dissous par l'ébullition, j'y ai ajouté le chlorure d'or mêlé au liquide contenant le chlorhydrate d'ammoniaque, et j'ai fait bouillir pendant 12 minutes (1). J'ai obtenu une solution et un dépôt ayant tous les caractères et toutes les propriétés de celle préparée avec l'ammoniure d'or recueilli sur un filtre et lavé. Il me produisit une dorure brillante ou mate, et même plus rapide qu'à l'ordinaire. Pour m'assurer si l'addition d'une certaine quantité de chlorure de soude avec le liquide obtenu de l'ammoniure d'or lavé, exercerait une influence fâcheuse et rendrait le bain impropre à fournir la belle couleur jaune d'or, je préparai divers mélanges avec le même liquide et du chlorure de soude (sel commun), et des expériences comparatives me donnèrent la certitude que, dans la proportion de 5 déci-

(1) Comme chacun peut le voir, non-seulement la préparation se trouve simplifiée de cette manière, mais encore on évite le danger de produire des explosions avec l'ammoniure d'or, car il peut arriver qu'un manipulateur inexpérimenté, après l'avoir recueilli sur le filtre et lavé, le laisse sécher jusqu'au point où il devient fulminant.

grammes de sel sur 40 décigrammes de la liqueur ordinaire, celle-ci ne perdait pas sensiblement la faculté de bien dorer, mais en augmentant la quantité de sel, la dorure commence à prendre une teinte brune. Parmi tous les métaux, celui qui est le plus sensible à l'influence du sel commun ajouté au liquide, est l'argent; il prend alors une dorure tirant sur le brun, et, à la longue, il se couvre d'une couche mate et brune. Toutes les fois que j'ai voulu ajouter en excès le chlorure de soude à mon bain d'or, il m'est toujours arrivé d'obtenir un précipité cristallin jaune pâle, en partie soluble à chaud dans le liquide d'où il s'est réduit, et tout-à-fait soluble à froid, dans une autre portion de liquide pur ajouté au premier. Cette substance serait-elle un chlorure d'or, ou bien un cyano-chlorure d'or, ou tout simplement le cyanure d'or de Carty? Je n'ai pas fait jusqu'à ce jour les expériences nécessaires pour en bien apprécier la nature.

Pour terminer, je ferai remarquer qu'ayant préparé différents liquides avec 3, 4, 6 et 10 parties de cyano-ferrure de *potassium* pour une partie de chlorure d'or réduit en ammoniure, je n'ai pas rencontré, dans les deux premières proportions surtout, une différence de résultats qui puisse les faire préférer au premier liquide, lequel contient seulement 2 parties de cyano-ferrure. Du reste, ces solutions d'or agissent toujours mieux un ou deux jours après leur préparation, que dans le moment même où elles ont été faites. Il m'est encore arrivé assez souvent, qu'un liquide, après avoir doré le premier objet avec une teinte brune, a doré ensuite, d'une manière parfaite, les objets qui y ont été plongés ultérieurement.

Des recherches subséquentes m'ont assuré qu'on peut éviter la formation des paillettes d'or en purgeant le carbonate de soude de toute substance organique, et en ajoutant l'ammoniure d'or, maintenu en suspension dans le liquide qui l'a fourni, au carbonate de soude et au cyano-ferrure, non pas en une seule fois, mais à plusieurs reprises, attendant, pour en verser de nouveau, que la solution ne dégage plus qu'une faible odeur d'ammoniaque. En opérant avec ces précautions, on obtient un liquide aurifère sans aucune réduction apparente de l'or, réduction qu'on est ensuite certain d'éviter, si on remplace la proportion de 2 parties de cyano-ferrure par 3 parties du même sel. Cela ferait croire que la formation des paillettes d'or est due à la décomposition produite par la chaleur qu'éprouve la partie de l'ammoniure qui se trouve attaquée en dernier lieu par la solution des deux sels, et qui demeure ainsi trop longtemps soumise à une température de quelques degrés au-dessus de 100° C.

En décrivant la série de mes recherches relatives à l'électro-dorure, j'ai voulu entrer dans des détails tout-à-fait circonstanciés sur la marche que j'ai suivie pour arriver à mélanger l'ammoniure d'or au cyano-ferrure de potassium, soit seul, soit uni au carbonate de soude. J'ai cru devoir le faire, pour mieux dissiper un soupçon de plagiat dont quelques personnes m'ont cru atteint, par les termes dont s'est servi, à mon égard, le professeur Grimelli dans son article sur l'*électro-dorure italienne* (1). Loin de rechercher si le professeur de Modène a réellement eu, dans ses écrits, l'intention de me charger d'une telle inculpation, je me contenterai d'exposer brièvement, et autant que cela sera nécessaire, que si j'ai trouvé la formule de différents bains d'or (2) composés avec l'ammoniure d'or et le *cyano-ferrure* de potassium, c'est tout-à-fait indépendamment de l'indication qu'il a donnée, *le* 9 *mai*, dans la feuille de Modène, d'une solution aurifère produite avec l'ammoniure d'or et le *cyanure simple* de potassium.

J'ai déjà dit que, le 9 *mai*, dans ma leçon publique de chimie donnée au Lycée royal de Reggio, j'avais soumis à l'examen de mes auditeurs, un morceau d'étain et deux d'argent, dorés au mat avec la liqueur de de Briant, *modifiée par moi*, modification qui consistait précisément dans la substitution de l'ammoniure d'or à l'oxyde du même métal, et qui prouve que, bien avant cette époque, je m'étais appliqué à employer l'ammoniure avec les cyanures. La feuille de Modène n'a paru que sur le soir de cette même journée, et n'est parvenue à Reggio que fort avant dans la soirée, je ne l'ai même reçue qu'à dix heures. C'est donc sans connaître l'indication de Grimelli, que j'étais parvenu à dissoudre l'ammoniure d'or dans le cyano-ferrure de potassium. Mais mes recherches n'étaient pas restées enfermées dans ces limites, puisque j'avais déjà pensé à abandonner la potasse caustique en employant le cyano-ferrure seul avec l'ammoniure, et, en outre, à réduire à la plus petite porportion possible la première substance unie au carbonate de soude, de manière, cependant, à obtenir un liquide peu coûteux et capable de fournir une belle dorure. Avec ce liquide, j'avais doré, non-seulement au brillant, mais encore au mat, l'argent et l'étain, métaux qui, pour prendre la dorure mate, exigent une im-

(1) *Méthode italienne d'Électro-Dorure*, exposée à l'Académie royale des Sciences, Lettres et Arts de Modène, par Tipi-Cappelli; 21 mai 1844.

(2) Formule de quelques liquides propres à dorer, par Fr. Selmi. Reggio. typ. Tor-*reggiani*, 10 mai 1844, 1 feuille volante.

mersion de plusieurs heures et l'emploi d'un courant très-faible. J'avais encore été plus loin, j'en étais venu à préparer des liquides comparatifs, d'une part, avec l'ammoniure, et de l'autre part, avec l'oxyde d'or hydraté, afin de pouvoir observer à la fois leurs propriétés respectives pour la dorure.

L'article de Grimelli me fut donc remis le 9 au soir; à peine en eus-je pris lecture, que je m'avisai que pour avoir trop tardé à donner connaissance des résultats obtenus par moi, je pourrais bien être soupçonné de les avoir puisés, comme tant d'autres compilateurs, dans les indications de Grimelli, et que je perdrais ainsi, à la fois, la priorité et l'indépendance de mon travail. Je me mis donc, le lendemain 10 mai, dès 7 heures du matin, à rédiger un extrait succinct, pour être imprimé par Torreggiani, et dans lequel je décrivais les caractères des différents liquides et des dépôts, la qualité de la dorure, etc., etc. Je pensais en moi-même que personne ne pourrait supposer que l'ensemble de mes recherches fût le résultat du travail d'une nuit en présence de tant de liquides différents, des proportions précises déterminées pour chacun d'eux, et surtout en réfléchissant que, dans un temps si court, il n'aurait pas été possible d'essayer les différentes dorures au mat. Je pensais au surplus, que la concordance d'une publication si prompte, avec l'exhibition que j'avais faite à mon cours de pièces dorées au mat par le liquide de de Briant, modifié par moi; je comptais que la présence continuelle d'un de mes auditeurs, M. Fr. Montecchi, qui a assisté à toutes mes opérations, dans lesquelles il m'a toujours aidé, suffiraient pour constater les journées que j'avais employées à mon travail et les nombreuses expériences que j'avais faites. J'espérais donc qu'on n'élèverait même pas contre moi le soupçon d'avoir dérobé à Grimelli l'idée principale, l'idée capitale d'unir l'ammoniure d'or aux cyanures. Peut-être le professeur Grimelli n'a-t-il pas été bien informé de toutes les circonstances que je viens d'énumérer, s'il a réellement voulu, dans son article, faire allusion à un prétendu plagiat que j'aurais essayé de faire de ses idées. Car je suis persuadé qu'il n'aurait pas avancé, même d'une manière éloignée, la moindre insinuation désobligeante pour moi, s'il avait suffisamment approfondi les choses.

Loin d'avoir eu la basse intention de m'approprier les découvertes d'autrui, je rappelle ici moi-même que Grimelli a été le premier à publier la formule d'un bain d'or composé d'un mélange d'ammoniure d'or et de cyanure (8 à 12 parties de cyanure pur de potassium pour 1 à 2 parties d'ammoniure d'or), et produisant une dorure fort belle sur l'argent et

autres métaux. C'est encore lui qui, le premier, a eu l'idée d'exclure totalement les chlorures des mélanges susnommés, et qui a obtenu la galvanoplastique de l'or.

Sans avoir aucune connaissance des résultats obtenus par Grimelli, j'avais déjà mélangé l'ammoniure d'or aux cyanures dans les proportions suivantes : 1 partie d'ammoniure d'or et 20 parties de cyano-ferrure de potassium; 1 partie d'ammoniure d'or et 2 parties de cyano-ferrure de potassium, avec même quantité de carbonate de soude, etc. Mais, pour avoir tardé d'un jour à publier ces indications, tout en gardant l'indépendance de mon travail d'avec le sien, j'ai perdu la priorité de la publication de l'idée d'associer l'ammoniure d'or avec les cyanures (1). Il me reste encore la priorité pour l'associa-

(1) Le professeur Grimelli me fit connaître dans une lettre du 4 mai, qu'il était parvenu à modifier le procédé de Brugnatelli, de manière à produire une dorure supérieure à celle que fournissent les liquides de de Ruolz et autres. Je lui répondis le 7, que bien que persuadé de ses résultats, je doutais toutefois qu'avec la méthode de Brugnatelli perfectionnée, il fût arrivé à surpasser les produits obtenus avec le liquide d'Elsner, qui m'avait fourni une dorure incomparablement plus belle. Quelques personnes ont voulu interpréter malignement le doute que j'exprime dans cette lettre, et ils disent qu'en critiquant ainsi le procédé de Grimelli, je cherchais à en empêcher la publication, dans le but de le reproduire ensuite comme une découverte qui m'était propre, en la travestissant un peu, comme je n'ai pas manqué de le faire, ajoutent-ils, en faisant imprimer ma *formule de quelques liquides propres à la dorure.*

On va voir par ce que je vais dire, combien cette supposition est invraisemblable et absurde. Jamais Grimelli ne m'a fait connaître, ni verbalement ni par écrit, qu'il avait employé le cyanure par de potassium pour dissoudre le corps qui se dépose par l'action de l'ammoniaque sur le chlorure d'or. Il me communiqua simplement qu'il avait modifié le procédé de Brugnatelli, au point d'obtenir une dorure très-belle. Lorsqu'il me parlait d'une modification apportée par lui au procédé de Brugnatelli, j'ai toujours dû penser qu'il en avait sans doute varié les accessoires, mais jamais changé les éléments, en excluant le composé auquel Brugnatelli donne le nom d'ammoniure, et attribue la propriété de dorer. Or, comme en essayant ce procédé de toutes sortes de manières, je n'étais jamais arrivé à rien de comparable aux produits de la méthode d'Elsner, j'étais en droit de douter un peu que Grimelli eût obtenu de meilleurs effets; non pas que je suspectasse son habileté, mais à cause des qualités inhérentes à la nature du procédé de Brugnatelli, même modifié. Comment, en vérité, supposer que la solution dans le cyanure de potassium, du dépôt qui se sépare du chlorure d'or traité par l'ammoniaque, peut encore être proclamée: *liqueur modifiée de Brugnatelli*, alors qu'on lui a enlevé les sels ammoniacaux qui proviennent de l'eau régale et d'un excès d'alcali ; alors que l'ammoniure d'or de Brugnatelli ne fait plus partie du liquide ; alors qu'on n'y trouve plus uniquement que le corps qui se dépose par l'action de l'alcali sur l'or, et que le chimiste de Pavie appelle un *thermoxyde!* Ne donne-t-il pas, au contraire, le nom d'ammoniure au liquide résultant de la solution de ce *thermoxyde dans* l'ammoniaque libre, et dans les sels engendrés par cet alcali et les acides de l'eau

tion du cyano-ferrure de potassium à une solution (dans le sel ammoniac) d'ammoniure d'or (*Feuille de Modène, 9 mai 1844*), et pour la production avec des liqueurs composées de cyanures et d'ammoniures, de la dorure mate sur l'argent, l'étain, le maillechort, le cuivre, le laiton, le bronze. Enfin, j'ai réduit les doses à la plus petite quantité possible pour épargner le cyano-ferrure de potassium. Grimelli, si je ne me trompe, a atteint dans ses recherches un but plutôt scientifique que pratique, et il a toujours marché dans cette voie; quant à moi, j'ai plutôt eu en vue l'application aux arts, et j'ai suivi un chemin tout différent. Nous nous sommes rencontrés dans un point; mais, comme il m'a devancé d'un

régale*!* Et quand même Grimelli aurait ajouté quelque substance à l'ammoniure de *Brugnatelli*, ou varié les proportions des substances qui le composent, en laissant subsister la base du liquide aurifère, m'était-il plus facile de deviner quelque chose de son procédé sur cette vague indication qu'il me donne, de *liqueur modifiée de Brugnatelli?* Je ne crois pas qu'il y ait personne de bon sens qui voulût l'affirmer. Il m'était encore moins possible d'entrevoir la composition de son liquide, qui, ne contenant point l'*ammoniure de* Brugnatelli, mais étant formé d'un prétendu *thermoxyde* avec le cyanure de potassium, devient un composé *sui generis;* ou tout au moins il s'éloigne autant du composé de Brugnatelli, que le premier liquide d'Elsner (chlorure d'or et carbonate de potasse) diffère de la dernière formule de ce même chimiste, rapportée dans cet ouvrage. Grimelli aura sans doute voulu par modestie appeler son composé *liqueur de Brugnatelli modifiée*, pour empêcher qu'on ne lui donnât son nom, et pour qu'il en revint plus d'honneur au chimiste de Pavie; toutefois, la préférence donnée à une dénomination plutôt qu'à une autre, ne va pas jusqu'à changer la substance des choses. Grimelli ne m'a pas fait connaître qu'il avait dissous dans les cyanures, le corps qui se dépose par l'action de l'ammoniaque sur le chlorure d'or (thermoxyde de Brugnatelli), je n'avais donc ni indice ni guide pour deviner sa méthode, j'avais encore moins d'intérêt à la critiquer misérablement, pour la reproduire ensuite sous une autre forme, comme une découverte qui m'appartenait. Grimelli a donné à sa liqueur un nom qui devait au contraire m'éloigner d'en soupçonner la composition, et qui était de nature à me dérouter plutôt que de me conduire au but.

D'autres objectent, qu'au moins jusqu'au 7 mai, je n'avais pas expérimenté sur la solution d'ammoniure dans les cyanures; ils en tirent la preuve de la lettre même écrite par moi à Grimelli, et dans laquelle j'avance qu'aucune méthode ne vaut celle d'Elsner, et qu'ainsi ce ne peut être qu'après le 10 mai que mes bains d'or ont fourni une dorure comparable à celle d'Elsner.

Je répondrai que le paragraphe de ma lettre prouve seulement, que mes expériences faites jusqu'au moment où elle a été écrite, n'avaient pas encore atteint toute la perfection nécessaire; que j'ai pu arriver à cette perfection dans la journée même du 7 et dans les jours suivants, le 8 et le 9, et en répétant sans cesse mes expériences sans jamais me rebuter. J'ajouterai que m'étant appliqué jusqu'à ce jour à produire la dorure mate, je ne me suis pas occupé d'autre chose, et j'ai négligé d'expérimenter, comme je l'aurais dû, la dorure brillante.

jour dans la publication de ses travaux, il a ainsi acquis sur moi, le droit de priorité, quant à ce point.

L'exposé pur et simple de ce qui est arrivé, et que j'affirme véritable, équivaudra à une longue discussion, et trouvera assez de créance parmi les personnes de sens pour dissiper jusqu'à l'ombre de soupçon qui aurait pu planer sur moi (1). Quant aux critiques, je leur laisse toute la liberté de leurs interprétations. Il me suffit que mes bons rapports avec Grimelli témoignent de plus en plus que je n'ai jamais conçu la pensée d'un plagiat aussi condamnable que vil, et que j'ai encore moins essayé de le commettre.

(1) L'indépendance de mon travail des indications de Grimelli, doit être admise non-seulement par égard pour la créance que mérite toute personne honnête, mais encore :

1° Parce que mes recherches eurent toujours lieu en présence de M. Montecchi, auquel je communiquais toutes mes idées, ainsi qu'il en pourrait rendre témoignage ;

2° Parce que, dans la journée du 9, je montrai à mon cours, à tout l'auditoire, des pièces d'étain et d'argent dorées au mat avec le liquide de de Briant, modifié par moi ; tous ceux qui étaient présents à cette leçon peuvent l'attester ;

3° Parce que depuis le 9 au soir jusqu'au lendemain à 7 heures du matin, il m'aurait été de toute impossibilité d'obtenir tous les résultats détaillés dans ma *formule* publiée le 10 mai. A propos de cette formule, j'ai la satisfaction de pouvoir affirmer que plusieurs ouvriers habiles de Reggio, en suivant *mes données et les proportions précises que j'ai indiquées*, ont produit une magnifique dorure tant brillante que mate, et nullement inférieure à celle qu'ils avaient obtenue avec tout autre bain d'or, quel qu'il soit.

CHAPITRE VII.

De la Galvanoplastique de l'or.

Indications qui démontrent que Parkes avait obtenu la galvanoplastique de l'or en 1841 ; — Grimelli a fait connaître un liquide propre à la produire ; — Marchisio en a publié un autre, et a déterminé les circonstances nécessaires pour la réussite de l'opération.

A l'aide de mon procédé, on peut déposer à la surface d'un objet un poids d'or donné.
DE RUOLZ.

Aussitôt que la méthode électro-chimique eut été appliquée à la dorure des objets métalliques, on dut naturellement penser à rechercher s'il était possible de les recouvrir d'une couche assez épaisse pour former une lame que l'on pourrait facilement séparer de l'objet sur lequel elle était déposée, de manière à en reproduire la copie exacte, comme on l'obtient dans la galvanoplastie du cuivre et des autres métaux. En effet, dès le 24 mars 1841, Parkes prit en Angleterre un brevet d'invention, dans lequel il annonce formellement : qu'au moyen de dissolutions d'oxyde d'or et d'argent dans le cyanure de potassium, dans des proportions différentes de celles connues jusqu'alors, il pouvait obtenir un dépôt épais d'or et d'argent, à l'aide de l'appareil médiat.

Le 9 mai de cette année (1844), le professeur Grimelli, en publiant la formule de son bain d'or, composé de 1 à 2 parties d'ammoniure d'or, 8 à 12 parties de cyanure pur de potassium, et 100 parties d'eau, ajouta, qu'outre la dorure qu'il avait obtenue, il produisait aussi la galvanoplastique de l'or.

Enfin, le comte Ach. Marchisio, professeur à la chaire de physique à l'Université royale de Modène, a publié une méthode spéciale qu'il a découverte pour la galvanoplastique de l'or. Je vais la rapporter textuellement, car elle me paraît remarquable, surtout par l'heureuse idée d'ajouter de l'alcool à la solution métallique, et par la recommandation qu'il fait de plonger l'objet dans l'alcool avant que de l'immerger dans la solution qui doit y déposer l'or, de manière à ce que la lame formée se sépare plus facilement.

Voici l'article de Marchisio, tel qu'il a paru dans l'*Indicateur économique* de Modène, nº 8, 21 juin 1844 :

Lettre du comte Ach. Marchisio, professeur à la chaire de Physique expérimentale de Modène, à M. Et. Marianini.

« Mon cher professeur,

» Des expériences successives que j'ai faites m'ont prouvé que ma solution, composée avec les mêmes substances, et dans les mêmes proportions que je vous ai indiquées dans ma lettre du 9 mars, outre les propriétés que j'avais remarquées alors, possède encore l'avantage de rendre les objets susceptibles d'une plus longue immersion dans la solution d'or, en sorte qu'il en résulte une véritable empreinte de ces objets. Mais, pour obtenir ce résultat, il ne faut négliger aucune des précautions qui sont toujours indispensables pour la réussite de la galvanoplastique.

» C'est pour cela, et aussi pour entrer dans les vues de votre aimable réponse du 11 mars, où vous m'excitez à publier cette nouvelle découverte, que je la publie aujourd'hui. J'aime à croire, mon cher Professeur, que vous voudrez bien regarder cette offrande comme un tribut de ma reconnaissance, etc.

» Modène, 8 juin 1844.

» ACH. MARCHISIO. »

Composition de la solution.

1º Or de sequin de Venise, 1 partie ;
2º Eau régale (composée de : acide nitrique, 1 partie, et acide hydrochlorique, 2 parties), environ 2 parties ;
3º Alcool à 36º, 4 parties ;
4º Cyano-ferrure de potassium, 2 parties ;
5º Chlorure de soude, 5 parties ;
6º Eau distillée, 150 parties.

Préparation.

A la solution d'or dans l'acide hydrochloro-nitrique, on ajoute les 4 parties d'alcool, on verse alors ce mélange dans le cyano-ferrure de potassium, dissous dans 150 parties d'eau distillée. On fait bouillir le tout pendant 8 minutes, on filtre, et le liquide jaune et limpide obtenu ainsi, est mélangé à une solution également filtrée des 5 parties de chlorure de soude dans 5 parties d'eau. Une partie de cette solution, *étendue de 2 parties* d'eau distillée, sert également pour la

dorure et la galvanoplastique. Mais pour le dernier cas, il faut avoir soin de laver à l'alcool la surface polie dont on veut prendre l'empreinte en or, avant de plonger l'objet dans la solution; cette précaution a pour but de faciliter la séparation de la lame d'or déposée d'avec l'original.

On établit un couple voltaïque au moyen d'un fil conducteur qui porte à l'une de ses extrémités un morceau de zinc plongeant dans une solution de sel marin (1 partie de sel pour 6 parties d'eau), renfermée dans un tube à fond poreux: l'autre extrémité du fil conducteur est soudée à l'objet que l'on veut simplement dorer, ou dont on veut prendre l'empreinte en or. Ce dernier plonge lui-même dans le bain d'or. Il s'établit alors un circuit électrique, excité par le zinc et l'eau salée qui se propage à travers les pores du diaphragme au bain d'or, de celui-ci à l'objet à dorer, et de ce dernier au zinc, par l'intermédiaire du fil métallique. Lorsque l'objet a été ainsi doré, ou recouvert d'une lame d'or, on le retire du bain, on le plonge immédiatement dans une solution bouillante de 1 partie de chaux de Vienne, dans 6 parties d'eau distillée; on le lave ensuite à l'eau distillée et on le fait sécher à une douce chaleur.

CHAPITRE VIII.

De la Dorure par immersion.

Notions antérieures à la dorure par simple immersion ; — Elkington applique le premier l'aurate de potasse à la dorure au trempé ; — Préparation du liquide aurifère ; — Précautions pour obtenir une bonne dorure ; — Choix des vases ; — Décapage des objets ; — Son influence ; — Phénomènes que présente la liqueur après avoir servi pendant quelque temps ; — Dorure par simple immersion avec des doubles cyanures ; — Indication d'Elkington ; — Expériences de Levol avec les sulfo-cyanures ; — Expériences du Prince Bagration, et observations sur la redissolution de l'or dans les liquides cyanurés.

> Je dois dire que M. Elkington est le premier qui ait fait connaître que l'on pouvait substituer, dans la dorure par la voie humide, au chlorure d'or, un autre sel d'or, l'aurate de potasse, ce qui est déjà un grand perfectionnement.
>
> BECQUEREL.

La dorure par immersion, applicable aux petits objets sur lesquels on veut déposer une légère couche d'or, fut connue imparfaitement dès le siècle dernier, et les ouvriers savaient dorer la menue bijouterie de cuivre, par une immersion dans une solution d'or, par l'eau régale. Il en était déjà ainsi du temps de Baumé, qui leur enseigna à évaporer la liqueur acide, à recueillir le chlorure d'or neutre, et à l'employer en dissolution pour éviter la corrosion des objets par un excès d'acide.

Proust avait déjà remarqué qu'en traitant une solution de chlorure d'or avec un alcali, elle ne forme pas toujours un précipité, mais, qu'au contraire, elle dépose quelquefois une couche d'or sur les parois du vase où elle est contenue.

De plus, Duportal et Pelletier, pour connaître si un liquide alcalin contenait de l'or, avaient coutume d'y plonger une lame d'étain qui indiquait la présence de ce précieux métal, par la couche dont elle se couvrait.

On connaissait encore un moyen de dorer l'acier poli par

immersion, en le plongeant dans une solution éthérée de chlorure d'or bien neutre, et en l'essuyant au sortir de ce bain avec un linge fin.

Enfin, en 1830, le *Journal des Connaissances usuelles* fit connaître un procédé pour dorer le cuivre au trempé. On le plongeait dans un liquide composé de 1 partie de zinc et 2 de mercure dissous dans l'acide hydrochlorique, avec un peu d'or et de crème de tartre. Suivant le journal qui indique cette formule, les objets de cuivre polis prennent ainsi une assez belle dorure.

A dire vrai, les observations précédentes, et les résultats peu satisfaisants obtenus jusque-là, n'étaient point de nature à encourager personne à substituer la dorure par immersion à celle par amalgame. D'ailleurs, il n'était pas encore venu à l'esprit d'aucun chimiste, la pensée de chercher à appliquer directement à l'industrie des liquides à dorer par immersion.

Elkington fut le premier qui tourna son attention vers ce but, et après être parvenu à satisfaire toutes les conditions indispensables, pour rendre son procédé complet, il prit une patente en Angleterre, sa patrie, et depuis, en 1836, un brevet en France.

Après avoir obtenu ces privilèges, il publia son procédé dans le *London journal of Arts, mai* 1837; Berzélius, le rapporte dans son *Annuaire des progrès de la Physique et de la Chimie* (2839), et Schubert l'a donné en détail dans un *Mémoire de l'union des progrès des Arts en Prusse* (1837), *page* 152. Il rapporte même les résultats qu'il a obtenus en répétant ce procédé pour le confirmer.

§ 1er. MÉTHODE D'ELKINGTON.

Elkington enseigne à préparer son liquide de la manière suivante : on prend 77 grammes d'or pur (1) pour 738 grammes d'eau régale composée de : acide nitrique pur, 298 grammes ; acide muriatique, également pur, 241 grammes ; eau, 198 grammes. L'or est dissous dans le mélange acide, jusqu'à cessation de dégagement de vapeurs rouges, et jusqu'à ré-

(1) Le titre de cet or doit être de 997 millièmes, c'est-à-dire qu'il doit contenir au plus 3 millièmes d'argent en alliage. Il peut en contenir davantage même 50/1000 puisque l'or étant dissous l'argent est à l'état de chlorure, en poudre blanche au fond du matras, et que l'on peut facilement décanter la dissolution d'or en laissant le chlorure d'argent au fond du vase, mais s'il y en a beaucoup plus de 50/1000 alors l'eau *régale n'attaque plus* l'or pour le dissoudre. O.-M.

duction du liquide à moitié. On laisse déposer au fond une portion très-minime de chlorure d'argent, qui se forme pendant la réaction; on décante la solution claire, et on obtient ainsi un chlorure d'or aussi pur et aussi neutre qu'il est nécessaire pour composer le bain aurifère.

Cela fait, on verse la solution dans un vase de porcelaine, contenant 2 litres d'eau bouillante, et on y ajoute par petites portions, 5 kilog. de bi-carbonate de soude cristallisé pour 77 grammes d'or. Il faut avoir soin d'éviter que le liquide ne se répande par suite de l'effervesceuce causée par l'acide carbonique rendu libre; c'est pour cela qu'on devra faire attention de ne mettre que très-peu de carbonate de potasse à chaque nouvelle addition. On ajoutera au liquide 3 autres litres d'eau bouillante; le vase sera placé sur le feu, et on aura soin d'allonger le liquide avec deux autres litres d'eau, à mesure de l'évaporation. Les bulles qui se dégagent du bi-carbonate de potasse, sous l'influence de la chaleur, viennent crever à la superficie du liquide. Au bout de deux heures d'ébullition modérée, on retire le vase du feu, le liquide se trouve réduit d'un cinquième; on le laisse en repos, afin qu'il se clarifie en déposant un limon d'oxyde et de carbure d'or? et aussi quelques substances étrangères qui sont dues à l'impureté du bi-carbonate de potasse. La portion limpide sera versée dans un vase de fonte, soigneusement tourné à l'intérieur, et dans lequel on aura, à l'avance, déjà fait bouillir une solution d'or épuisée par l'usage, afin que le fer se recouvre d'une légère couche d'or. On met au feu le vase de fonte, on chauffe jusqu'au point de l'ébullition, et le liquide est propre à dorer la bijouterie de cuivre. Les objets à dorer, enfilés sur un fil de cuivre, seront plongés dans le bain, on les agitera fréquemment pendant l'immersion, et on les retirera lorsqu'ils seront couverts d'une couche d'or. Toutefois, la bijouterie de cuivre ne pourrait pas prendre la dorure, sans avoir subi certaines préparations préliminaires.

Lorsque ces sortes d'objets sortent des mains des ouvriers, ils sont nécessairement couverts d'une couche de matière graisseuse qui nuirait sensiblement à la dorure en s'opposant à l'adhérence de l'or. On les en débarrasse complètement à l'aide d'un recuit ou dérochage. Le recuit des bijoux de cuivre s'exécute ordinairement en les disposant dans une petite caisse de fer à bords étroits, que l'on place sur des charbons ardents, et que l'on recouvre également de charbons pour rendre la chaleur égale en-dessus et en-dessous. La *température élevée* du feu dissout les substances grasses et

fait apparaître sur la bijouterie une espèce de croûte grise que les doreurs appellent *calamine de cuivre* et qui se compose d'une certaine quantité des métaux les plus fusibles de l'alliage. En refroidissant, la surface devient d'un gris de plomb uniforme. La croûte s'enlève en plongeant la bijouterie, encore chaude dans un mélange d'eau et d'acide sulfurique et nitrique (1) ; on fait bouillir ce liquide jusqu'à ce que les objets aient pris une belle couleur de cuivre rouge et qu'on ne voie plus de trace de calamine. L'acide agit comme dissolvant de tous les oxydes qui s'étaient formés pendant le recuit et fait revenir la couleur propre à l'alliage. Alors, on décante la liqueur acide, les bijoux sont lavés à grande eau dans une passoire de fer, et, pour terminer, on les laisse quelque temps sous l'eau.

Après ce lavage, on passera au décapage, qui nettoie le cuivre comme par un effet magique et le rend propre à recevoir la dorure. Ce décapage s'exécute en plongeant les bijoux dans un mélange acide et corrosif, composé de : acide sulfurique, $4^{kil}.133$; acide nitrique, $1^{kil}.330$; sel marin, 42 grammes ; eau, $1^{kil}.330$ (2). Lorsque tous les objets sont bien décapés, on les lave de nouveau à grande eau et ensuite on les enveloppe séparément l'un de l'autre, dans la sciure de bois et surtout de buis ; on les fait alors chauffer sur un réchaud pour les sécher, et faire disparaître jusqu'à la dernière trace d'acide qui pourrait y adhérer. Les objets sont alors prêts à être dorés.

Lorsqu'ils ont pris la dorure, on les lave de nouveau à grande eau, on les fait sécher à la sciure de bois et on peut ensuite les livrer au commerce.

Quelquefois, dans certaines immersions, les bijoux prennent une dorure pâle à leur superficie, ou bien ils prennent des taches d'oxyde d'or ? ou de cuivre qui les déprécient. Pour remédier à cet inconvénient, on les plonge dans un mélange liquide et bouillant, composé ordinairement de sulfate de fer, sulfate de zinc, nitrate de potasse, alun et sel marin, par portion égale de chacun. On les enlève de ce bain, on les fait sécher sur des charbons ardents, jusqu'à ce que ceux-ci s'éteignent. On les jette alors dans de l'eau acidulée par l'acide nitrique, on les lave ensuite à grande eau et on les fait sécher dans la sciure de bois. Pour faire évaporer le mélange des sels, on peut encore se servir d'une

(1) L'opération du dérochage est expliquée plus en détail dans le chapitre des *Procédés divers*.

(2) Voir au chapitre des *Procédés divers* pour un bon décapage. G. M.

moufle ou d'un grand cylindre de terre cuite contenant un autre cylindre de fer, plus petit et percé à jour. L'espace qui se trouve entre les deux cylindres est rempli de charbons ardents et les bijous sont suspendus dans le cylindre du milieu, jusqu'à ce que le mélange adhérent à leur superficie soit transformé en une croûte d'un rouge d'ocre; au moyen de cette dernière opération, les objets se trouvent complètement terminés (1).

Le vase de fonte, dans lequel on fait bouillir le liquide aurifère, paraît indispensable, suivant l'opinion d'Elkington, pour maintenir plus aisément la température au degré de l'ébullition, parce que le fer est plus prompt à s'échauffer que la terre. Mais, dans les idées de M. Raspail, il sert en outre à déterminer la précipitation, parce que, selon lui, il constitue, avec l'objet à dorer et la solution aurifère, un véritable couple galvanique. Les parois du vase représentent un des éléments, la bijouterie forme l'autre et la solution se comporte à la fois comme liquide excitant et condensateur (2).

Le même Raspail pense que le séchage des objets dans la sciure de bois n'est pas sans influence sur la réussite de la dorure; il reste, en effet, à la superficie du cuivre des particules de bois très-menues, qui ne sont pas complètement enlevées par le second décapage et qui, en facilitant la décomposition de l'aurate alcalin, favorisent ainsi la formation du dépôt. Cette opinion de Raspail semble confirmée par une expérience, dans laquelle, ayant fait bouillir l'aurate alcalin avec de la sciure de bois, l'or fut complètement précipité et, après deux ébullitions, le protochlorure d'étain n'accusa plus dans le liquide la présence de l'or.

La dorure par simple immersion est une conséquence de la dissolution du cuivre et du dépôt de l'or, équivalent pour équivalent, sur l'objet immergé. Il est donc évident que le liquide aurifère doit s'emparer d'une portion de cuivre proportionnée à l'or qu'il cède, et la teinte bleue qu'il prend

(1) Cette dernière opération, que les doreurs appellent la *mise en couleur*, est indispensable dans presque tous les genres de dorure. M. Becquerel donne les proportions suivantes, pour le mélange des substances qui servent à la mise en couleur : nitrate de potasse, 250 grammes; sulfate de zinc, 125 grammes; sulfate de fer, 125 grammes. Voir le chapitre X.

(2) Cela est si vrai que si l'on plonge les objets à dorer suspendus à un fil de platine ou d'argent, sans que rien touche au vase en fer, les objets ne se dorent pas; ainsi il faut qu'ils soient en communication avec le vase en fer au moyen d'un fil métallique pour que la dorure s'effectue. O. M.

lorsqu'on s'en est servi pendant quelque temps vient encore à l'appui de cette hypothèse. L'expérience démontre, toutefois, qu'il reste bien peu de cuivre dissous, et, qu'au bout d'un certain nombre d'immersions, ce n'est plus de l'or pur qui se dépose sur les objets, mais bien un alliage d'or et de cuivre, qui finit par avoir une couleur trop rouge pour produire une belle dorure. La teinte bleue semble donc moins une indication de la présence de la portion de cuivre dissous, qu'une disposition particulière des molécules survenues dans les corps dissous par suite des différentes réactions qu'ils éprouvent (1).

Quelquefois, un liquide qui fournit une dorure rouge peut facilement reprendre ses qualités, comme l'ont remarqué Simon et Bedier, en y ajoutant une petite quantité de nitrate d'argent et en le faisant bouillir de nouveau. Si, après cette ébullition, on le laisse reposer, on le voit se troubler, et il dépose, en se refroidissant, un sel insoluble d'argent. Cependant, tout l'argent ne se sépare pas du liquide, puisque le laiton poli que l'on y plonge se recouvre d'une dorure verte; mais on sait que le sel d'argent est plus soluble à chaud qu'à froid. L'action de ce sel fait changer tout à coup la couleur de la dorure.

Mais quelle est la réaction qui a lieu entre le chlorure d'or et le bi-carbonate de potasse? Quel est le composé qui se forme?

Diverses recherches ont été faites par Elkington et par Wrigth pour éclaircir ces questions. Ils pensent tous deux que, pendant la décomposition du bi-carbonate, une partie de l'acide carbonique est rendue libre, et qu'ainsi le liquide se compose en partie de chlorure de potasse et en partie d'aurate de potasse. Ces mêmes chimistes ont trouvé, au contraire, que dans la réaction, il se forme un composé différent de l'aurate de potasse.

Avant de se livrer à aucune recherche théorique, ils ont étudié les conditions pratiques nécessaires pour qu'un métal se dépose sur un autre. Ils en ont trouvé trois qu'ils regardent comme indispensables : 1° il faut que le métal soit parfaitement propre et qu'il n'existe à sa superficie aucune trace d'oxydation, ou d'autres impuretés; 2° il faut, en outre, qu'il soit d'une nature telle, que la solution où on le plonge n'agisse sur lui que modérément; 3° que le degré d'oxydation du bain corresponde au degré que peut supporter le métal qu'on y plonge, en présence des principes auxquels le métal à précipiter se trouve uni.

(1) Cette opinion a déjà été émise par M. Becquerel, dans ses *Éléments d'Électro-Chimie*, page 332. Paris, 1843. (Note du Traducteur.)

Après avoir établi ces conditions, les mêmes chimistes, considérant que le chlorure d'or en dissolution, par son passage à l'état de chlorhydrate, contient l'or à un degré d'oxydation correspondant à un demi-atome d'oxygène, pour un atome de métal, et que le cuivre, en se transformant en chlorhydrate, ne prend qu'un atome d'oxygène, ont pensé qu'il était indispensable d'avoir l'or dissous à un état d'oxyde formé de 1 atome d'or et 1 atome d'oxygène. Ils estimèrent donc que, dans le liquide à immersion, l'or est passé de l'état de sesquioxyde à celui de protoxyde. Ayant fait plusieurs expériences, ils reconnurent, en effet, que le chlorhydrate de sesquioxyde réussit mal pour composer le bain d'or, tandis que le protochlorure donne de bien meilleurs résultats; ils expliquent ainsi la nécessité d'une longue ébullition et de l'emploi d'un bi-carbonate impur pour composer une bonne solution (1). En effet, l'ébullition prolongée réduit peu à peu le chlorhydrate de sesquioxyde d'or en chlorhydrate de protoxyde, et les substances organiques qui se trouvent mélangées au sel alcalin impur, favorisent cette transformation en s'appropriant une partie de l'oxygène. De là, les corps désoxydants, ou capables d'absorber l'oxygène avec avidité, comme l'acide sulfureux, l'acide oxalique, le sel d'oseille et beaucoup d'autres substances organiques ou minérales, douées de la même propriété, peuvent concourir, au besoin, à amener l'oxyde d'or du liquide au degré convenable pour la dorure. Lors donc qu'on s'aperçoit que, malgré une ébullition prolongée, cet effet est manqué, on pourra ajouter au bain quelque peu des substances désignées, jusqu'à ce qu'il soit au degré nécessaire pour produire la dorure voulue (2).

Elkington et Wrigth ont encore pensé que, dans le bain dont il s'agit, il existe un composé particulier de protoxyde d'or et de potasse, capable de céder l'or qu'il renferme, en présence d'un équivalent de cuivre en proportion atomique. Mais la Commission de l'Académie des sciences de Paris aime mieux admettre l'existence d'un composé de protochlorure d'or et de chlorure de potasse.

Quoi qu'il en soit, la dorure au trempé d'Elkington n'est applicable qu'à la bijouterie en cuivre, et ne donne qu'une

(1) Le bi-carbonate de potasse ou de soude pur donne une dorure inacceptable dans le commerre; il faut toujours y ajouter au moins 2 fois le poids de l'or de cyanure de potassium, c'est là toute l'impureté nécessaire. O. M.

(2) On ne doit pas ajouter de substances organiques qui précipitent l'or en dissolution. O. M.

couche d'or à peine comparable à la dorure au mercure la moins épaisse, ainsi que l'a vérifié la Commission ; elle ne peut donc être mise en comparaison avec la dorure électro-chimique, ni la remplacer que pour des objets de peu d'importance.

Elkington a indiqué un autre procédé de dorure par simple immersion, au moyen d'une solution composée de : 56 à 62 grammes d'or réduit en oxyde ; 906 grammes de cyano-ferrure de potassium dissous dans 9 à 10 litres d'eau. On fait bouillir le tout une demi-heure. La couche d'or produite par ce liquide sur les objets immergés, est d'une ténuité extrême, et il faut employer la pile pour l'épaissir convenablement.

Levol, après Elkington, est le premier qui ait pensé à produire la dorure et l'argenture par la simple immersion et sans le secours de la pile.

« Dans le moment, dit-il, où l'attention publique est fixée sur les procédés de dorure par la voie humide, il m'a semblé qu'il ne serait pas sans intérêt de publier de nouveaux moyens propres à dorer ou argenter par immersion, principalement à cause de leur facilité d'exécution qui les met à la portée des personnes même étrangères à ce genre d'opération. Je vais les décrire très-brièvement. »

§ 2. DORURE SUR ARGENT.

« L'argent se dore très-facilement au moyen du chlorure d'or neutre, additionné d'une solution aqueuse de sulfo-cyanure de potassium, jusqu'à disparition du précipité qui s'était d'abord formé. Il faut que la liqueur, éclaircie de cette manière, conserve une réaction légèrement acide, et si elle l'avait perdue par l'addition d'un excès de sulfo-cyanure, on la lui rendrait en ajoutant quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Pour dorer, on plonge l'argent dans cette liqueur presque bouillante et médiocrement concentrée, état dans lequel on la maintient en y versant de temps en temps de l'eau chaude pour remplacer celle qui s'est vaporisée. On évite de cette manière les inconvénients qui résulteraient d'une trop forte concentration de l'acide chlorhydrique, dont la présence est néanmoins utile pour s'opposer à la formation d'un précipité aurifère, qui a lieu par l'élévation de température lorsque c'est l'alcali qui domine. »

§ 3. DORURE ET ARGENTURE SUR CUIVRE, LAITON ET BRONZE.

« On a indiqué la solution d'or ou d'argent dans le cyanure de potassium, pour dorer ou argenter sous l'influence des courants électriques. Je me suis assuré que les mêmes solutions, portées à une température voisine de leur point d'ébullition, peuvent aussi dorer et argenter au trempé. A l'égard de leur préparation, s'il était nécessaire de les obtenir chimiquement pures, elle ne laisserait pas que d'être assez dispendieuse ; mais on n'obtiendrait véritablement aucun avantage en compensation (1). On peut donc simplifier l'opération, et la rendre beaucoup moins coûteuse en traitant directement soit le chlorure d'or, soit le nitrate d'argent neutres, par du cyanure de potassium en excès, de manière à obtenir les cyanures doubles solubles (2).

» On ne peut dorer l'argent par ce procédé, mais on a vu plus haut que le sulfo-cyanure d'or et de potassium dore très-bien ce métal,

» La solution du cyanure de cuivre dans le cyanure de potassium ne cuivre pas l'argent, même en contact avec le zinc ; cependant elle cuivre parfaitement ce dernier métal, et d'une manière très-solide.

» Je ferai remarquer enfin, que ces procédés si commodes, parce qu'ils réussissent toujours, et n'exigent que quelques minutes pour toute préparation, ne permettent malheureusement que l'application d'une couche très-mince de métal précipité ; c'est un inconvénient commun à tous les procédés au trempé. »

(1) En faisant cette remarque, je n'ai en vue que le procédé d'immersion dont je parle ici. (*Note de* LEVOL.)

(2) Le cyanure de potassium devant être employé à l'état de solution dans l'eau, et ce sel étant, comme on sait, fort cher à l'état solide, il y a tout avantage à se servir de l'eau de lessivage du résidu de la calcination en vase clos du cyano-ferrure de potassium préalablement desséché. Son prix n'excède guère, alors, à poids égal, le tiers de la valeur commerciale du cyanure double, et on pourrait l'obtenir encore à un prix moins élevé, par le procédé, à la vérité un peu difficile à pratiquer, que l'on doit à M. Liebig.

Même observation relativement au sulfo-cyanure de potassium.

(*Note de* LEVOL.)

§ 4. PROCÉDÉ DU PRINCE BAGRATION.

Le prince Pierre Bagration, dans le cours de ses expériences galvanoplastiques, a remarqué que le cyanure de potassium préparé par la méthode de Liebig, possède la propriété de dissoudre l'or, surtout s'il a été réduit à un état d'extrême division, et si l'on opère à chaud. Pour obtenir l'or en poudre très-fine, on mélange une dissolution de chlorure d'or dans une solution de sulfate de fer que l'on a fait longtemps bouillir avec de la limaille de fer. Le mélange de ces deux substances détermine la précipitation de l'or à l'état métallique, sous la forme d'une poudre noire que l'on recueille sur un filtre, et qu'on lave avec soin. Cette poudre d'or, qui a un aspect noir et terne, est mise dans une solution de cyanure de potassium, et maintenue en digestion au bain-marie dans un flacon de verre (1). Elle se dissout peu à peu et produit un liquide qui, à chaud, a la propriété de dorer très-rapidement le cuivre et l'argent par simple immersion. Mais ce liquide a l'inconvénient de corroder le métal qu'on y plonge, par l'action du cyanure de potassium qui le dissout en partie (2).

(1) Voir au traité de la dorure appliquée à l'horlogerie, pour les différents moyens d'obtenir l'or en poudre. O. M.

(2) Le professeur Grimelli indique la solution de l'or métallique dans l'ammoniure de Brugnatelli, ou dans le liquide qu'il a inventé lui-même. Voici les termes mêmes dans lesquels il s'exprime :

« Je veux indiquer ici, en peu de mots, une singulière propriété que j'ai remarquée dans certains liquides à dorer, c'est-à-dire, dans celui de Brugnatelli, résultant d'une solution saturée d'or dans l'eau régale, mêlée ensuite à 6 fois son poids d'ammoniaque liquide, et dans un autre liquide que j'ai obtenu en dissolvant le précipité d'ammoniure d'or, dans une solution aqueuse de cyanure pur de potassium. Voici à peu près les proportions de ce dernier liquide : 1 à 2 parties d'ammoniure d'or, 8 à 12 parties de cyanure, 100 parties au moins d'eau de source. Cette propriété singulière consiste en ce qu'en laissant les objets à dorer plongés dans ces liquides après l'interruption du courant électrique, ou en les plongeant dans les mêmes liquides, sans les soumettre au même courant, ces objets ont été dépouillés en peu de temps de leur couche d'or, dorure qui cependant résiste aux acides hydrochlorique, sulfurique, nitrique, et à tous les autres acides, excepté l'eau regale. Il en résulte que les liquides désignés ci-dessus, tant qu'ils restent sous l'influence d'un courant voltaïque, sont éminemment propres à dorer l'argent, etc., tandis que si on vient à faire cesser ce courant, ils présentent des propriétés analogues à celles de l'eau régale pour dissoudre l'or. J'ai fait des expériences pour me rendre compte de cette singularité, et il me semble que dans la liqueur de Brugnatelli, elle est due au mélange de l'ammoniure avec le *sel ammoniac*, et dans mon liquide elle procède de l'union de l'ammoniure avec

Le cyano-ferrure jaune de potassium possède aussi la faculté de dissoudre l'or à l'état de grande division, mais avec beaucoup moins d'énergie que le cyanure simple de potassium. La dissolution s'effectue lentement, et par une digestion très-longtemps prolongée. Mais, en revanche, le sel double qui en résulte n'attaque que faiblement le cuivre et l'argent, et c'est à cause de cela que cette dorure, résultant de la réduction chimique de l'or, présente plus de solidité et une plus belle couleur. Si donc on voulait dorer par simple immersion, on n'aura qu'à préparer la poudre d'or d'après les moyens indiqués, on la fera digérer à chaud dans une solution de prussiate jaune de potasse, jusqu'à ce que, par une épreuve, on se soit assuré qu'elle dore solidement une petite lame d'argent, et qu'elle est propre à l'usage. Si l'on a bien opéré, la couche d'or déposée sera assez solide et assez brillante pour résister à l'action du brunissoir. Différents objets dorés au moyen de ce bain ont soutenu sans altération l'épreuve de la cire, ce qui indique assez que la dorure par la méthode du prince Bagration ne se borne pas à produire cette pellicule d'or si légère, que l'on obtient toujours par la méthode d'Elkington.

Le prince Bagration a remarqué en outre qu'un objet d'argent doré au moyen de son liquide, acquiert un très-beau mat, après une immersion à froid de 15 heures. On est donc assuré que le dépôt d'or est d'une épaisseur suffisante, et ce moyen peut conduire à une méthode sûre et facile de dorer au mat sans le secours de la pile.

Je terminerai ce chapitre, qui résume les travaux d'Elkington, de Levol, et du prince Bagration, relatifs à la dorure par simple immersion, en faisant remarquer que bien que la dorure électro-chimique soit regardée par tout le monde comme préférable, puisqu'avec ce dernier procédé on obtient une couche d'or plus ou moins épaisse, à volonté, il tomberait

le cyanure. Ces observations m'ont conduit à cette conclusion importante : qu'il existe certaines combinaisons particulières d'ammoniure et de sel ammoniac, indépendamment de celles d'ammoniure et de cyanure qui présentent, à l'égard de l'or, tous les caractères de l'eau régale. » (*Feuille de Modène*, 9 mai 1844.)

Les observations du prince Bagration avaient déjà été rapportées dans l'*Institut*, du 22 février 1844, et répétées par Grimelli dans son opuscule sur l'*Electro Métallurgie italienne*. Modène, 21 mai 1844.

Comme je l'ai exposé depuis, le docteur Sandonnini avait remarqué, dès la fin de l'année dernière, la redissolution de l'argent dans le cyano-ferrure de potassium, et j'ai vérifié dernièrement cette même propriété de l'or dans le bain composé suivant ma formule.

bientôt en désuétude et serait même tout-à-fait abandonné, si l'on parvenait au moyen de la simple immersion, à produire une couche d'or assez épaisse, et à dorer tant au brillant qu'au mat. Quel avantage en effet et pour la facilité d'exécution, et pour la simplicité des moyens, que la possibilité de préparer un liquide propre à fournir, par la simple immersion, une dorure capable de rivaliser avec le procédé par amalgame, et avec la méthode électro-chimique. Que les chimistes et les physiciens qui ont dirigé leurs études vers cette application de deux sciences jumelles à l'art de dorer, ne négligent rien pour atteindre ce noble but. Peut-être leurs soins persévérants leur fourniront-ils de nouveaux moyens pour simplifier et pour faciliter les merveilleux procédés électro-chimiques qu'ils ont su découvrir jusqu'alors.

CHAPITRE IX.

De l'Argenture.

Première argenture électro-chimique obtenue par Boettger ; — Bain d'argent de de Ruolz ; — Rapport fait à l'Académie des Sciences de Paris ; — Appareil simple substitué par Elsner à l'appareil composé de de Ruolz ; — Liqueurs à argenter et leur préparation ; — Conseils indispensables pour la réussite de l'opération ; — Liqueur de Frankenstein ; — Id. de Majocchi ; — Autre préparation de Sandonnini ; — Usage de l'appareil de Clarke pour l'argenture.

Cette argenture offre une solidité égale à celle du plaqué.

DE RUOLZ.

D'après ma manière de voir, et suivant tout ce que j'ai pu recueillir dans les divers écrits qui ont été publiés sur la dorure et l'argenture électro-chimiques, Boettger me paraît être le premier qui ait réussi à argenter en employant une solution d'argent et la pile voltaïque.

Il se servit, pour argenter le cuivre et le laiton, d'un appareil semblable à celui employé par Elsnér pour les petits objets, et d'un liquide composé de 5 parties de nitrate d'argent réduit en poudre avec 60 parties d'ammoniaque caustique liquide. Cette solution double de nitrate d'argent et d'ammeniaque, comme le dit fort bien Elsner, et c'est aussi mon avis, doit contenir, en outre, de l'ammoniure d'argent dissous dans un excès d'alcali. Elle argente fort bien le cuivre et le laiton, pourvu que la première immersion dure au moins 2 minutes. On lave alors l'objet aussitôt sa sortie du bain; on plonge de nouveau, on le retire, on le lave encore une fois, etc., comme nous l'avons dit pour la dorure.

§ 1er. PROCÉDÉ DE DE RUOLZ.

Après ces premiers essais d'argenture, de Ruolz expérimenta sur un mélange d'un double cyanure d'argent et de potassium, et il reconnut, dans la solution de ces deux substances, un liquide propre à fournir une très-belle argenture, qu'il obtenait en faisant usage d'une pile de 5 éléments. La Commission de l'Académie des Sciences de Paris a vérifié

complètement les résultats annoncés par de Ruolz. Je vais rapporter les termes mêmes du rapport, parce que je ne pourrais rien dire de mieux, ni démontrer d'une manière plus évidente les avantages de la substitution de ce procédé à tous ceux connus.

« Tout ce que nous venons de dire des applications de l'or, il faut le répéter de celles de l'argent. M. de Ruolz est également parvenu, au moyen du cyanure d'argent dissous dans le cyanure de potassium, à appliquer l'argent avec la plus grande facilité.

» L'argent peut s'appliquer sur l'or et sur le platine, comme affaire de goût et d'ornement.

» Il s'applique très-bien sur le laiton, bronze et cuivre, de manière à remplacer le plaqué.

» On argente aisément aussi l'étain, le fer, l'acier.

» L'application de l'argent sur le cuivre ou le laiton se fait avec une telle facilité, qu'elle est destinée à remplacer toutes les méthodes d'argenture au pouce, d'argenture par voie humide, et même, en bien des cas, la fabrication du plaqué. En effet, l'argent peut s'appliquer en minces pellicules, comme cela se pratique pour garantir d'oxydation une foule d'objets de quincaillerie, et en couches aussi épaisses qu'on voudra, de manière à résister à l'usure. C'est une des applications qui ont le plus attiré l'attention de votre Commission.

» Pour l'usage des chimistes, nous avons constaté qu'une capsule de laiton argentée peut remplacer une capsule d'argent jusqu'à résister à la fusion de la potasse hydratée; épreuve qu'il ne faudrait pas trop renouveler pourtant, puisque l'argent se dissout dans la potasse.

» D'où il résulte évidemment qu'il sera de quelque intérêt de voir jusqu'où pourra s'étendre l'application de ces nouveaux procédés à la conservation des balances, à celle des machines de physique, à la préservation des ustensiles employés dans nos ménages, chez les confiseurs et les pharmaciens pour toutes les préparations d'aliments et de médicaments acides.

» L'argent s'applique très-bien sur l'étain. Il fournit ainsi le moyen de faire disparaître, à bon marché, l'odeur désagréable des couverts d'étain, en leur donnant d'ailleurs l'aspect et toutes les propriétés extérieures des couverts d'argent. Ce serait là, sans nul doute, une des circonstances les plus importantes des procédés qui nous occupent, si, à la place de l'étain, comme corps de la pièce, on ne pouvait substituer un autre métal plus économique et plus solide.

» Il s'agit du fer ou même de la fonte. Ces métaux, façon-

nés en couverts et revêtus d'une couche d'argent, permettront de populariser en France, par leur bon marché, des objets déjà usuels en Angleterre. On fabrique, en effet, par d'autres procédés bien plus chers et bien moins parfaits, beaucoup de couverts en fer argenté à Birmingham, et leur usage est habituel dans la plupart des familles en Angleterre. L'expérience en est donc faite, et la Commission a vu avec le plus vif intérêt les procédés de M. de Ruolz fournir une argenture égale et parfaite, sur fer, acier ou fonte, comme le prouvent les objets mis sous les yeux de l'Académie (1).

» Tout en reconnaissant que l'étain peut s'argenter sans difficulté, il semblerait plus convenable aux vrais intérêts du consommateur, de faire des couverts en fer ou fonte argentés, et de réserver l'étain argenté pour des pièces destinées à des maniements moins fréquents, et surtout pour des pièces obtenues par des moulages délicats.

» L'argent se comporte comme l'or quand on le réduit de ses dissolutions dans les cyanures, si l'on en juge du moins par les expériences suivantes, où l'on s'est servi de la même pile que pour l'or, chargée de la même manière, et placée dans les mêmes circonstances de température, mais où l'on a fait usage seulement de 4 éléments au lieu de 6.

» Le liquide employé pour argenter renfermait un gramme de cyanure d'argent sec, dissous dans 100 grammes d'eau, contenant 10 grammes de cyano-ferrure jaune de potassium.

Température du liquide, 45°. — *Plaque de cuivre rouge de* 5 *centimètres de côté.*

	Argent déposé.
	gr.
Première immersion.	0.007
Deuxième immersion.	0.013
Troisième immersion.	0.012
Quatrième immersion.	0.013
Cinquième immersion.	0.013
Sixième immersion.	0.013
Septième immersion.	0.012
Huitième immersion.	0.011
Neuvième immersion.	0.010
Dixième immersion.	0.010
Moyenne.	0.0114

(1) Pour argenter solidement le fer, l'acier, le plomb, l'étain, le zinc et même l'argentan, il faut des préparations particulières. Voir le chapitre X et le traité de *la dorure appliquée à l'horlogerie.* O. M.

Température du liquide, 30° cent. — Plaque de cuivre rouge de 5 centimètres de côté.

	Argent déposé.
	gr.
Première immersion..	0.0055
Deuxième immersion..	0.0065
Troisième immersion.	0.006
Quatrième immersion.	0.007
Moyenne.	0.0083

Température de la dissolution, 30° cent. — Plaque de laiton de 5 centimètres de côté.

	Argent déposé.
	gr.
Première immersion..	0.008
Deuxième immersion.	0.007
Troisième immersion.	0.007
Quatrième immersion..	0.007
Cinquième immersion.	0.009
Sixième immersion.	0.008
Septième immersion.	0.008
Huitième immersion.	0.008
Moyenne.	0.0077

» Ainsi, de même que pour l'or, l'argent s'applique avec régularité, en poids proportionnels à la durée des immersions et sans que la nature du métal qu'on argente exerce une influence appréciable. Celle-ci ne saurait guère se manifester, en effet, qu'au moment de la première immersion, et elle devrait disparaître dans les immersions suivantes.

» Comme on pouvait d'ailleurs s'y attendre, la précipitation de l'argent est un peu plus lente que celle de l'or » (1).

§ 2. MÉTHODES D'ELSNER.

L'emploi de la pile à courant constant pour précipiter l'argent sur les métaux aurait été un grand obstacle à l'adoption de la nouvelle méthode dans les ateliers, si Elsner n'a-

(1) J'ai remarqué le contraire, mais avec le bain préparé par le cyanure d'argent dissous dans le cyanure de potassium et non dans le prussiate jaune de potasse.

O. M.

vait pas eu l'idée de remplacer cet appareil un peu compliqué par le simple tube à diaphragme dont il fait usage pour la dorure, et s'il n'avait pas ainsi obtenu d'excellents résultats. Les liquides dont il s'est servi pour argenter sont au nombre de deux ; voici leur préparation :

1° On fera dissoudre 15 grammes d'argent d'orfèvrerie (alliage d'argent 90, et de cuivre 10) dans une quantité suffisante d'acide nitrique pur (1), on étendra cette solution avec de l'eau de pluie et on y ajoutera ensuite une solution de 12 grammes de sel commun, ou bien de l'acide chlorhydrique pur, jusqu'à ce que l'addition de cet acide ne détermine plus dans le liquide la formation d'un précipité caséeux et blanc. Ce précipité, qui n'est pas autre chose que le chlorure d'argent, sera d'abord lavé à l'eau, de la manière suivante : on le laissera se rassembler au fond d'un vase profond et étroit, on décantera le liquide, qui surnage ; on remettra de l'eau sur le chlorure, on laissera déposer de nouveau, on rejettera le liquide, etc. Ces lavages seront réitérés jusqu'à ce que l'eau ne présente plus aucune saveur acide et ne se colore plus en bleu par l'addition de quelques gouttes d'ammoniaque. Après avoir terminé cette opération, qui est nécessaire pour débarrasser le chlorure d'argent du nitrate de soude, du nitrate de cuivre et d'un excès de sel marin, on recueille le précipité obtenu dans un vase de porcelaine ou dans un flacon de verre, et on le verse dans une solution de 180 grammes de cyano-ferrure de potassium dans environ 400 grammes d'eau. Enfin on ajoute à ce mélange 120 grammes d'ammoniaque liquide, et on fait ensuite bouillir le tout pendant au moins une demi-heure, ayant soin de remuer très-souvent avec un bâton de verre et de remplacer l'eau qui s'évapore avec de l'eau chaude que l'on tient à sa portée. Ce temps écoulé, on filtre le liquide pour en séparer un précipité brun qui se forme pendant l'ébullition. La solution filtrée doit avoir une couleur jaune d'or et peut immédiatement servir à l'argenture. Ce procédé avait d'abord été indiqué par Kaiser, mais il a été ensuite modifié par Elsner.

(1) En supposant que l'alliage d'argent soit au 10e, on aura, dans 15 grammes de cet alliage, environ 13 grammes d'argent pur, qui peut fournir environ 17 grammes de chlorure d'argent parfaitement sec. Comme il est mieux d'employer le chlorure d'argent encore humide, mais qu'il faut cependant savoir la proportion d'eau qu'il contient, on en fera sécher une petite portion, et la diminution du poids indiquera la quantité d'eau évaporée. Le chlorure légèrement humide sera conservé dans un vase *bien bouché*.

2° Le second liquide se prépare en faisant dissoudre 70 grammes de nitrate d'argent cristallisé dans 360 grammes d'eau distillée ou de pluie ; on ajoute à cette solution une dissolution de cyanure de potassium, jusqu'à ce qu'un dépôt de cyanure d'argent, qui se forme au commencement, soit complètement redissous, et que la liqueur présente une limpidité parfaite. On peut faciliter la redissolution de ce précipité en agitant la liqueur avec un tube de verre. Ordinairement Elsner ajoutait à ce composé, avant de s'en servir, une solution aqueuse de carbonate de soude cristallisé, en quantité suffisante pour lui communiquer une réaction alcaline très-distincte, de manière à ce qu'il devienne propre à rendre bleu le papier de tournesol rougi par un acide. Il arrive quelquefois que le précipité ne se dissout pas complètement, et que le liquide ne reprend pas sa limpidité, surtout lorsqu'on a ajouté un excès de cyanure de potassium. On ne doit donc employer que 2 à 3 parties de cyanure, pour une partie de nitrate d'argent ; dans tous les cas, si, en ajoutant le cyanure, le précipité ne se dissolvait pas, on filtrera le liquide, et l'on n'emploiera à l'argenture que la partie claire.

Le résidu insoluble qui reste sur le filtre, et qui se compose ordinairement de cyanure et carbonate d'argent, peut-être réduit en argent métallique par l'incinération ; il faut donc le recueillir avec soin. Le cyanate et le carbonate d'argent sont tous deux insolubles dans le cyanure de potassium même en excès, et voilà pourquoi le liquide ne reprend pas toujours sa transparence (1).

Les deux bains d'argent dont nous avons indiqué la formule sont éminemment propres à produire une très-belle argenture sur les métaux, surtout celui indiqué sous le N° 2. Avec ce dernier, l'argenture est d'un blanc parfaitement pur, tandis qu'avec l'autre ils prennent une teinte un peu jaunâtre. Cependant le prix moins élevé du cyanoferrure jaune de potasse, et la méthode indiquée par Mourey pour donner une belle couleur aux objets argentés qui ont jauni (2), feront préférer ce sel au cyanure simple de potassium. Quand on emploie la solution N° 2, il se dégage toujours de l'acide prussique, il faut donc avoir soin, lorsqu'on opère en grand, de se garantir de ses émanations délétères.

(1) Le cyanure de potassium du commerce contient toujours une assez grande quantité de carbonate de potasse, et en l'ajoutant au nitrate d'argent le liquide prend une couleur brun foncé due à l'oxyde d'argent formé ; ce n'est qu'après quelques jours que la dissolution redevient incolore.

(2) Voyez le traité de la dorure appliquée à l'horlogerie.

L'argenture se conduit de la même manière que la doru[re];
cependant les précautions à observer diffèrent, selon que l['on]
emploie l'un ou l'autre des liquides indiqués ; il est donc in-
dispensable d'enseigner séparément la manière d'opérer su[r]
les différents objets avec l'une ou l'autre méthode.

Si on laisse les objets trop longtemps plongés dans le li-quide N° 1, ils se couvrent pour la plupart d'un voile gris blanc que l'on peut faire disparaître en les frottant avec une brosse douce chargée de crème de tartre en poudre fine. Au commencement de l'opération, le métal se couvre d'une pellicule d'argent d'un blanc mat ; la pellicule grise ne commence à paraître que lorsque le morceau de zinc se recouvre d'une couche noire, qui, sans doute, atténue l'intensité du courant. Lorsque cela arrive, il faut retirer le zinc du bain salin, le nettoyer avec l'acide chlorhydrique allongé, et, après l'avoir bien lavé à grande eau, le replacer dans le liquide excitant. Dès que les objets argentés ont pris un beau blanc mat, on les lave à l'eau pure et on les essuie soigneusement avec un linge fin ; ou bien on les lave à l'eau bouillante bien pure, et on les expose ensuite à l'air libre pour faciliter leur dessiccation. Ces objets supportent sans aucune altération l'action du brunissoir. On peut, à l'aide de cet instrument, rendre brillantes certaines parties, qui sans cette opération restent mates (1).

Quand on emploie les bains d'argent, certains métaux que l'on veut argenter, principalement le bronze et le laiton, prennent un blanc d'argent mat d'autant plus beau, que l'immersion a été plus prolongée. Cependant il faut remarquer que quelquefois ils prennent une teinte violâtre ; lorsque le zinc commence à se couvrir ou lorsqu'il est déjà couvert d'une couche noire, l'argent ne se dépose plus avec cette belle teinte blanche qui lui est propre. Il faut alors retirer les objets du bain, nettoyer le zinc suivant la manière indiquée, et replacer ensuite le tout dans l'appareil (2). Elsner assure qu'il a vu plusieurs fois des statues de bronze et de fonte qui, après avoir pris la teinte violette, recouvraient, en les remettant dans le bain, le beau blanc mat qu'elles avaient eu au commencement de l'immersion.

Avec le liquide N° 2 un peu concentré, on obtient le mat, mais si on l'étend avec de l'eau, l'argenture devient brillante.

(1) Par ce procédé, j'ai eu souvent une argenture qui n'était pas adhérente au métal, et se séparait en feuille au brunissage. Voyez au traité de la dorure appliquée à l'horlogerie, pour la préparation d'un très-bon bain d'argent. O. M.

(2) L'emploi de la pile est bien préférable, sous tous les rapports, à celui d'une *lame de zinc* dans le bain qui l'épuise promptement. O. M.

On peut ajouter jusqu'à 4 et 5 litres d'eau pour 30 grammes d'argent dissous.

L'opération terminée, on videra les vases de l'appareil, et on les nettoiera ; on enlèvera au zinc l'oxyde noir qui le recouvre, au moyen de l'acide chlorhydrique étendu, puis on l'essuiera. Le soutien métallique du zinc devra être décapé avec le même acide ; la solution de sel marin sera filtrée pour en séparer les flocons blancs de chlorure de zinc qui se forment pendant le travail ; les deux vases seront lavés à grande eau. Il est encore indispensable de bien décaper la tige de cuivre à laquelle on enroule le fil de platine ou d'argent qui sert à suspendre les objets. Enfin, il sera toujours mieux d'avoir des bains d'argent séparés pour chaque espèce de métal que l'on veut argenter ; car on a remarqué, dans la pratique, qu'un bain où l'on a une fois plongé un métal donné ne peut plus aussi bien servir pour un autre. Lorsque le liquide, après avoir servi pendant un certain temps, vient à s'affaiblir par la perte successive de l'argent, on doit y ajouter un peu de nitrate d'argent. Si le précipité blanc qui se forme au moment de cette addition ne se dissout pas au point de rendre la solution limpide comme elle l'était d'abord, on y versera une solution de cyanure de potassium, faite avec parties égales de ce sel et d'eau, jusqu'à ce que le dépôt soit entièrement dissous. Elsner a argenté des ornements en maillechort, des statuettes en bronze et en laiton, des fils de platine, des aiguilles d'acier, qui ont pris une bien plus belle argenture, après avoir été d'abord cuivrés (1). Une statuette de bronze, après avoir subi un poli convenable, a pris l'argenture sans avoir été cuivrée ; mais des cuillères et de petites tasses d'étain ont été argentées plus solidement après un cuivrage préalable.

La couleur de l'argenture galvanique ressemble beaucoup à celle de l'argenture à froid dite *au bouchon*. On sait qu'on obtient cette dernière en frottant l'objet avec un mélange de sel commun, de crème de tartre et de poussière d'argent préparée en précipitant ce métal de la solution de son nitrate, au moyen du cuivre. Quoique ce procédé d'argenture produise un beau blanc mat, on ne peut pas cependant l'appliquer à tous les objets, parce que tous ne peuvent pas supporter un frottement énergique et uniforme (2) ; le procédé

(1) Voir l'article de M. Desbordeaux, sur l'argenture du fer et de l'acier, au chapitre X. *(Note du Traducteur.)*

(2) Le cuivrage d'un métal blanc que l'on veut argenter est désavantageux, parce que lorsque la couche d'argent est enlevée par l'usure on voit le cuivre en dessous. O. D.

électro-chimique a au contraire l'avantage d'être applicable à tous les objets, quelles que soient leur forme et la délicatesse de leur travail.

On peut argenter le laiton et le bronze en les faisant simplement bouillir dans un bain d'argent ; mais alors l'argenture prend une couche rougeâtre, causée par le dépôt d'un précipité rouge brun qui communique sa couleur à la superficie de l'argenture.

En mélangeant une solution de cyanure d'argent et de cyanure d'or, on peut obtenir des dorures et des argentures de différentes couleurs. Elsner a obtenu une belle dorure jaune vert en mélangeant les deux sels d'or et d'argent, ce dernier dans une proportion plus forte que le premier (1).

§ 3. FORMULE DE FRANKENSTEIN.

Frankenstein donne une autre formule pour la préparation de la solution d'argent. Il dissout de l'argent laminé dans l'acide nitrique, il réduit ensuite l'argent dissous à l'état de composé insoluble, en jetant dans la solution nitreuse du sel commun ; il recueille le chlorure sur un filtre, et le lave jusqu'à ce que l'eau du lavage ait perdu toute saveur acide. Pour une partie en poids de chlorure d'argent, enlevé du filtre et séché entre du papier buvard, on prend 5 parties de cyano-ferrure de potassium, ou de carbonate de soude dissous dans l'eau ; 2 parties de sel commun, et 5 parties d'ammoniaque liquide. On fait bouillir le mélange pendant une demi-heure et même trois quarts-d'heure, pour dissoudre le chlorure d'argent dans le composé alcalin. On remplace l'eau qui s'évapore, avec de l'eau chaude qu'on a à sa portée, ou avec une solution d'argent très-allongée, parce qu'alors les objets prennent un blanc plus pur. Le liquide étant refroidi, on sépare, par la décantation, la solution jaunâtre et limpide d'avec le dépôt rouge qui s'est formé, et on la conserve dans un flacon bien bouché. Frankenstein recommande de faire chauffer le bain d'argent jusqu'au poin[t] de l'ébullition, comme il le fait pour le bain d'or, si l'[on] veut obtenir une argenture solide. Il n'a employé pour pr[o]duire cette argenture, ni pile, ni diaphragme, mais une sim[]ple lame de zinc unie par un fil de cuivre aux objets qu'[on] veut dorer ou argenter, et plongée avec ces objets dans

(1) C'est impossible, j'ai la preuve du contraire, puisqu'un bain composé de [...]ties d'or et une d'argent donne de l'argenture comme s'il n'y avait point d'or, [...] *facile à comprendre* puisque l'argent s'applique plus facilement que l'or. O.

bain d'argent, mais de manière à ce que le zinc touche à peine à la surface du liquide.

§ 4. LIQUEUR DE MAJOCCHI.

Majocchi, dans une note qu'il a ajoutée à différentes notices sur la dorure et l'argenture électro-chimiques, insérées dans ses *Annales* (1), conseille de préparer le bain d'argent en dissolvant le cyanure d'argent dans le cyanure de potassium, et en ajoutant à 500 parties de cette solution 500 parties de sel marin. Il assure que ce liquide est éminemment propre à fournir une belle argenture.

§ 5. LIQUEUR DE SANDONNINI.

Mon honorable ami, le docteur Joseph Sandonnini, a aussi découvert un liquide fort simple et d'une préparation facile, qui argente très-bien au moyen du faible courant électrique produit par l'appareil de de la Rive. Il prépare son bain, en faisant bouillir une partie de chlorure d'argent dans 8 parties de cyano-ferrure jaune de potasse, dissous lui-même dans 100 parties d'eau. Au bout d'une demi-heure d'ébullition, le liquide a pris une couleur jaune clair, et peut argenter (2), non-seulement par l'action du courant électrique, mais encore par la simple immersion, en y laissant les objets pendant un temps donné, en les essuyant, les replongeant dans le bain, et les frottant avec un chiffon. Sandonnini est parvenu, avec ce liquide, à argenter le laiton, le cuivre, l'argentan, le bronze et autres alliages ; il a même produit la galvanoplastique de l'argent, en se servant de métaux doués d'une faible propriété électrique, comme le fer, l'acier, l'étain et le plomb. Ce procédé d'argenture, aussi recommandable par la facilité d'exécution que par la modicité des dépenses, a été essayé à Reggio, à Modène et à Florence, dans plusieurs ateliers, et a donné de fort bons résultats.

§ 6. MÉTHODE PAR L'ÉLECTRO-MAGNÉTISME.

Pour compléter tout ce qui a rapport à l'argenture électro-chimique, je rappellerai que c'est encore Sandonnini qui a

(1) *Annales de Physique, Chimie et Mathématiques*, rédigées par le professeur Majocchi. Milan, tome X, page 213, mai 1843.

(2) Procès-verbal de la réunion de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts de Modène, pour l'année académique 1842 1843 (séance du 18 juillet 1843). Modène, imprimerie de Soliani.

eu l'idée d'employer à l'argenture la machine de Clarke, comme s'il s'en était servi pour la dorure. On sait que cet appareil est aujourd'hui fort employé en Angleterre. Comme nous avons rapporté la manière de s'en servir pour dorer, et qu'elle s'applique de même à l'argenture, nous donnerons seulement la préparation de la solution employée en Angleterre pour argenter par l'électro-magnétisme.

On prend 30 parties de nitrate d'argent cristallisé, que l'on fait dissoudre dans 150 parties d'eau distillée, contenue dans un vase de terre vernissée; on ajoute une solution aqueuse de sulfure de potasse, jusqu'à ce qu'il se forme un précipité blanc, prenant bien garde d'en ajouter en excès lorsque le précipité cesse de paraître. On laisse le liquide en repos pendant quelque temps, on décante la partie limpide de la liqueur, et on recueille le précipité sur un filtre, où on le lave à grande eau et à plusieurs reprises. Cela fait, on prend le précipité resté sur le filtre, et on le dissout dans une quantité suffisante de sulfure de potasse; on en ajoute encore plus tard un sixième de ce qui a été d'abord employé, afin qu'il y ait excès. Ce mélange sera agité, puis abandonné au repos pendant vingt-quatre heures, puis enfin filtré pour obtenir la solution limpide qui doit former le bain d'argent.

Quant à ce qui regarde la manière d'employer l'appareil électro-magnétique pour argenter, je me réfère complétement à ce que j'ai dit plus haut, *pages* 35 à 37, en parlant de la dorure obtenue par le même procédé.

CHAPITRE X.

Procédés divers.

DES ANODES SOLUBLES.

C'est à M. Jacobi que l'on doit la découverte des anodes solubles, qui présentent un si grand avantage dans les expériences électro-métallurgiques. Cette découverte est basée sur le principe suivant : si dans une solution métallique en communication avec les deux pôles d'une pile galvanique, on plonge une plaque du même métal que celui en dissolution, attachée par un fil au pôle négatif de la pile, cette plaque métallique, qui joue le rôle d'anode, est dissoute *à peu près* en raison directe du métal revivifié au cathode. Nous disons à peu près, parce que l'expérience a démontré que l'anode perd toujours un peu plus que ne gagne le cathode.

On comprend facilement qu'en employant un anode soluble de même nature que le métal à réduire, on n'a plus à se préoccuper des moyens compliqués et embarrassants, jusqu'alors nécessaires pour maintenir la saturation de la solution métallique, puisque cette saturation est constamment entretenue aux dépens de l'anode qui se dissout. Dès lors, le même bain métallique peut servir indéfiniment pour une foule d'expériences consécutives. L'utilité des anodes est principalement remarquable pour les bains contenant beaucoup de cyanure, mais cependant ces bains donnent une mauvaise couleur après un usage prolongé, parce qu'il se dissout toujours un peu du métal des objets à dorer, il faut donc après un certain temps remplacer l'anode soluble, par un insoluble en platine afin d'épuiser le bain d'or, car pour les bains d'argent le même inconvénient n'est pas sensible.

Mais là ne se bornent pas les avantages de l'anode soluble, car en modifiant sa forme, son volume et sa distance, par rapport au moule à recouvrir, on règle à volonté la promptitude, la nature et l'épaisseur du dépôt galvanique sur l'ensemble ou seulement sur certaines parties du modèle.

Les dispositions nécessaires pour obtenir ces différents

effets ont été indiquées par M. Smee. (Voir le *Manuel de Galvanoplastie, de l'Encyclopédie-Roret.*)

Nous dirons seulement que lorsqu'il s'agit de dorer, d'argenter ou de platiner, on doit employer, pour anode soluble, un fil très-fin ou une lame très-mince du métal à déposer, dans la crainte d'augmenter à l'excès l'énergie du courant, et d'obtenir un dépôt à l'état pulvérulent.

Plusieurs personnes ont revendiqué la priorité de la découverte des anodes solubles, mais il est aujourd'hui démontré que cette idée, contemporaine de l'invention de la galvanoplastie, appartient à Jacobi.

« On se sert rarement de l'anode soluble dans la dorure à chaud, dit M. Roseleur à la page 102 de ses *Manipulations hydroplastiques*, on lui préfère avec raison un simple fil ou une lame de platine qu'il n'est jamais nécessaire de renouveler et qui présente bien plus d'avantage et de commodité pour régler l'intensité du courant selon qu'on l'enfonce plus ou moins dans le liquide. Cet anode permet à l'aide d'un même bain et d'une même batterie d'obtenir l'or sous trois nuances différentes: pâle quand on plonge à peine, jaune quand on l'introduit en quantité suffisante, rouge enfin quand on l'immerge entièrement. Ces colorations diverses n'ont d'autre cause que des aggrégations différentes des molécules d'or. C'est surtout dans les bains d'alliage que l'on remarque cette propriété de l'anode insoluble. Dans le bain de dorure rose par exemple qui se compose d'or, de cuivre et d'argent, on peut à volonté, et suivant qu'on augmente ou qu'on diminue la quantité de l'anode dans le bain, donner au dépôt une teinte blanche, jaune ou rouge, les solutions des différents métaux n'exigeant pas pour leur réduction les mêmes forces électriques. »

DES AUGES À DÉCOMPOSITION.

On est quelquefois embarrassé pour se procurer des vases de forme convenable pour servir d'auges à précipiter, dans les différentes expériences que l'on veut faire. Il en résulte souvent l'obligation de préparer une quantité de solution métallique bien plus grande que celle qui serait nécessaire pour immerger complétement l'objet à recouvrir, si la cuve à décomposition se trouvait de forme et de dimensions appropriées. Cet inconvénient est surtout sensible lorsqu'on emploie des solutions d'or et d'argent qui sont toujours d'un prix assez élevé.

Il existe cependant un moyen facile de se procurer, dans

toutes les localités, et à peu de frais, tous les vases à décomposition dont on pourra avoir besoin. Il suffit, en effet, de les construire en bois, en fer-blanc ou en plomb; mais alors l'intérieur de ces vases devra être soigneusement revêtu d'une couche du mélange suivant :

Cire		500 grammes.
Colophane.	1 kilog.	500 —
Ocre rouge.		500 —
Plâtre fin (1).		deux cuillerées.

Cette précaution est indispensable, soit pour rendre le bois imperméable, soit pour ôter au fer-blanc, ou autre métal, sa faculté conductrice, qui exercerait une influence sur l'action de la pile et sur les solutions métalliques.

On pourrait encore, à la rigueur, et dans un moment de presse, employer une boîte de carton, rendue imperméable au moyen d'une couche d'huile de lin siccative (huile grasse des mouleurs en plâtre), et revêtue, en outre, d'une couche de l'enduit. Enfin, l'auge à précipiter peut encore être construite en plâtre, rendu imperméable par les mêmes moyens. Ces auges sont bonnes pour précipiter le cuivre d'une dissolution acide, comme du sulfate.

Aujourd'hui les bains de dorure à froid sont ordinairement préparés dans des auges en grès, en faïence ou en porcelaine pour de petites opérations, et pour les grands travaux, dans des cuves en bois garnies à l'intérieur d'une feuille ou d'une couche de gutta-percha. Il en est de même pour la dorure à chaud, et l'argenture à froid ou à chaud. Les dimensions, la forme, la disposition, le montage de ces cuves peuvent varier à l'infini, et à cet égard toutes les descriptions seraient insuffisantes pour embrasser tous les cas qui peuvent se présenter. Il est donc préférable, pour se former une idée de cette partie des opérations, de voir exécuter des travaux du même genre, et si on ne veut pas faire d'école, d'apprendre par l'expérience des autres à diriger convenablement ces cuves suivant les besoins et les résultats qu'on se propose d'atteindre.

DES VERNIS ET DES ENDUITS ISOLANTS.

La plupart des substances indiquées pour rendre imperméables les moules composés de substances absorbantes,

(1) Cet enduit ne peut pas servir pour des auges contenant des bains d'or ou d'argent, parce qu'il est attaqué par le cyanure, ainsi que les autres corps gras et résineux. Voir au traité de la dorure appliquée à l'horlogerie, pour les cuves à décomposition. D.-B.

sont également propres à revêtir les parties de ces moules que l'on veut réserver, de manière à ce qu'aucune réduction de métal ne les recouvre.

Une solution de cire à cacheter dans l'esprit-de-vin peut également remplir le même but. On l'applique avec un pinceau sur le revers et sur la tranche des moules métalliques, ou non métalliques ; en un mot, sur toutes les parties que l'on veut isoler.

Toutefois, il ne faut pas oublier que les substances résineuses ne résistent pas à l'action des cyanures. Lors donc que l'on opère sur des solutions de cette nature, il faut, suivant la judicieuse remarque du docteur Fau, recouvrir les parties des moules que l'on veut protéger, avec de la cire fondue, ou avec de l'asphalte dissous dans l'essence de térébenthine, ou mieux avec l'épargne nº 3 qui sera indiquée dans le traité de dorure appliquée à l'horlogerie qui fait suite à celui-ci.

M. Gaudin recommande un vernis composé de caoutchouc que l'on fait ramollir dans de l'huile de pétrole, puis dissoudre dans de l'éther rectifié.

DES SOUDURES.

Il existe un moyen facile de réunir les fils conducteurs aux éléments de la pile, à l'aide d'un petit étrier à vis, de pinces ou d'agrafes d'une construction fort simple. Néanmoins, dans une foule de circonstances, il est infiniment préférable de souder à l'étain les parties qu'on veut réunir. Cette opération présente quelques difficultés, car le laiton, et surtout le cuivre rouge, ne peuvent se souder ainsi, qu'autant que leur surface est parfaitement décapée. Aussi la plupart des expérimentateurs se contentaient de réunir les conducteurs à la pile avec des crochets ou au moyen de la torsion. Ce dernier procédé est insuffisant pour assurer le contact parfait des différentes pièces et la transmission du courant électrique. Voici deux moyens tellement faciles pour décaper et souder le cuivre, que chacun pourra désormais réussir du premier coup à faire des soudures parfaites.

Préparation et emploi du chlorure de zinc, de M. F. Werner.

On fait dissoudre des morceaux de zinc dans l'acide hydrochlorique, jusqu'à saturation. On fait évaporer ensuite le liquide à une douce chaleur, et, lorsqu'il a acquis une consistance *huileuse*, on le laisse refroidir, et on l'introduit dans

un flacon bien bouché à l'émeri. Il est bon d'essayer cette liqueur au papier bleu de tournesol, pour s'assurer qu'elle n'a plus aucune trace de réaction acide.

Lorsqu'on veut s'en servir pour souder, il suffit d'en humecter légèrement, avec un pinceau, les deux surfaces à réunir, préalablement grattées avec un racloir; on les étame ensuite facilement avec le fer à souder et un peu de soudure d'étain; puis, après les avoir mises exactement en contact, on achève la soudure soit avec le fer, soit au moyen d'une lampe à esprit-de-vin (1).

Soudure à la stéarine, *de* M. F. LOCKEY.

Le procédé de soudure employé par M. Lockey est encore plus simple et plus facile que le précédent, puisque chacun a sous la main la stéarine, seul corps qui soit nécessaire pour désoxyder les métaux, et déterminer leur adhérence à l'aide de la soudure d'étain.

On commencera par nettoyer les pièces qu'on veut souder, soit avec un grattoir, ou même avec du papier de verre. On chauffe ensuite l'objet sur la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, et on le frotte légèrement avec un morceau de stéarine. On applique alors, sur le point chauffé, un morceau de soudure très-mince, qui s'étend aussitôt et se combine intimement avec la surface du cuivre. La même opération est répétée sur la pièce qu'on veut souder avec la première. On maintient ensuite les deux objets en contact à l'aide d'une pince plate; on les chauffe simultanément, et on continue de les maintenir avec la pince jusqu'à ce qu'ils soient refroidis.

Ces deux procédés de soudure, le premier surtout, sont applicables à tous les métaux susceptibles de se souder à l'étain.

DU DÉROCHAGE ET DU DÉCAPAGE DES OBJETS.

Presque tous les objets métalliques qui sont destinés à recevoir le bronzage, la dorure, l'argenture, etc., se trouvent recouverts à leur superficie d'une pellicule d'oxyde par le seul effet de leur exposition, même pendant quelques instants, à l'influence de l'air atmosphérique. Il importe avant tout de les débarrasser de cette couche d'oxyde, dont l'interposition s'opposerait à l'adhérence du métal que l'on veut y déposer. On y parvient en les soumettant, avant leur im-

(1) Cette liqueur est aussi très-bonne pour étamer les épreuves de galvanoplastie derrière, lorsqu'on veut les renforcer avec de l'étain. O. M.

mersion dans la solution métallique, à diverses opérations de dérochage et de décapage qui varient suivant la nature du métal que l'on a à traiter, et suivant le but qu'on se propose.

On a souvent confondu mal à propos, dans les ouvrages techniques, le dérochage et le décapage. Quoique ces deux opérations tendent au même but, elles sont cependant distinctes l'une de l'autre. Le dérochage suppose toujours le chauffage ou recuit préalable de l'objet métallique dont on veut aviver la surface, ou son immersion dans un liquide bouillant; dans le décapage, au contraire, cet effet est obtenu soit au moyen de poudres à polir, on l'appelle alors *décapage par la voie sèche*, soit en immergeant l'objet à froid dans un liquide renfermant des acides ou d'autres réactifs propres à exercer une légère corrosion sur sa surface; il prend alors le nom de *décapage par la voie humide*.

Nous décrirons succinctement chacune de ces opérations, et nous indiquerons dans quel cas il convient de les employer soit séparément, soit réunies.

Du dérochage.

On chauffe fortement la pièce à dérocher, au moyen d'une lampe à esprit-de-vin ou sur un feu clair (1). Lorsqu'elle a atteint la couleur rouge sombre, on la retire et on la plonge dans l'acide sulfurique étendu de 8 à 10 fois son volume d'eau. On l'y laisse séjourner jusqu'à ce qu'elle prenne une belle couleur métallique bien brillante.

Lorsque les pièces ne sont pas de nature à être chauffées, par exemple lorsqu'elles sont soudées à l'étain, on les fera bouillir pendant quelques instants dans l'acide sulfurique étendu (12 acide et 88 eau).

Si la pièce à dérocher doit être ensuite argentée ou dorée *au mat*, après l'avoir fait chauffer comme il a été dit précédemment, on la plonge un peu refroidie dans un bain d'acide sulfurique bouillant, étendu de 9 fois son volume d'eau, ou bien on l'y laisse bouillir quelque temps.

Toute pièce soumise au dérochage doit, après son immersion dans l'acide, être lavée à grande eau et séchée à la sciure de bois dans une étuve.

La force et la température de la solution acidulée doivent être proportionnées à l'effet qu'on veut obtenir. M. Becquerel a parfaitement démontré que ; *telle est la surface de l'objet*

(1) Cette opération porte le nom de recuisson ou dégraissage parce qu'elle a pour but de détruire les corps gras qui s'attachent au métal et proviennent des passages à *la filière et au laminoir*, des soudures, du poli à l'huile, du contact des mains, etc.

à dorer, telle est la dorure. Lors donc qu'on veut obtenir *le mat*, il faut, pour présenter cet aspect, que la surface de l'objet soit légèrement rugueuse, et on doit employer une solution plus énergique et d'une température plus élevée que si l'on voulait dorer *au brillant*.

Les pièces dérochées doivent toujours être soumises ensuite à un décapage avant leur immersion dans l'auge à décomposition (1).

Du décapage par la voie sèche.

S'il s'agit simplement de bronzer des objets, il est inutile de les soumettre d'adord au dérochage. Supposons, par exemple, que l'on veuille bronzer les empreintes de cuivre obtenues à l'aide de la pile, leur surface est ordinairement brillante et presque entièrement exempte d'oxydation. On se contentera alors de les frotter avec une brosse très-fine de bijoutier et avec de la terre pourrie, du tripoli, ou de la ponce en poudre impalpable. Les poudres employées à polir les plaques daguerriennes seront très-convenables pour cet usage. On pourra aider à l'action de ces poudres, en trempant légèrement la brosse dans une solution *très-étendue* d'acide hydrochlorique ou nitrique, ou même dans une dissolution de savon noir ou de potasse.

Quoique ce mode de décapage soit particulièrement usité pour les objets à bronzer, il peut aussi être appliqué avec le même succès aux pièces qui doivent être dorées ou argentées. M. Becquerel (*Eléments d'Electro-Chimie*, page 347) leur donne même la préférence sur le procédé par la voie humide; malheureusement on ne peut l'employer sur des objets qui présentent dans leurs formes de nombreuses proéminences, comme les articles de bijouterie en faux, etc.

Du décapage par la voie humide.

Les procédés de décapage qui se rattachent à cette catégorie sont nombreux, nous citerons seulement les plus efficaces. L'opération par elle-même s'appelle souvent dans les ateliers : passé à l'eau-forte et à la suie.

Les objets qui doivent être soumis à ce mode de décapage, seront d'abord dérochés suivant ce qui a été dit précédemment. On les attache ensuite à un fil métallique et on les plonge dans un des liquides dont la formule va suivre :

(1) Une bonne pratique consiste aussi, après le passage à l'acide sulfurique, à plonger les pièces dans un vase rempli d'acide nitrique très-étendu, qui enlève le protoxyde de cuivre qui provient du dérochê, puis à rincer abondamment.

Acide nitrique étendu de moitié son volume d'eau : les pièces ne doivent y séjourner que pendant une ou deux secondes.

Acide nitrique 100 parties, suie grasse calcinée et sel commun de chacun 1 partie.

Quel que soit le mélange adopté, il faut se rappeler que les surfaces seraient promptement et profondément attaquées si les objets y séjournaient trop longtemps. On ne saurait donc apporter trop de soin et trop d'attention à cette opération. *Aussitôt* que les pièces sont retirées de la solution acide, elles doivent être lavées à grande eau à plusieurs reprises; et, pour ne pas laisser se former une nouvelle couche d'oxyde, elles seront immédiatement placées dans le bain métallique, et la pile mise en action.

Les personnes qui craindraient d'altérer les sujets pourront employer la méthode suivante :

On commence par faire tremper les médailles pendant une heure ou deux dans une forte solution de potasse caustique, on les brosse ensuite avec de la terre pourrie mêlée à une grande quantité d'eau, on les plonge enfin dans la préparation suivante, où elles ne doivent séjourner que une ou deux secondes :

Eau	64
Acide sulfurique	64
Acide nitrique	32
Acide hydrochlorique	1

On termine par un lavage à grande eau pour enlever toute trace d'acide.

Pour décaper le fer et l'acier, le docteur Fau emploie le moyen suivant :

Une petite lame de zinc est plongée dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique ; l'objet à décaper est mis en contact par un fil métallique avec le zinc, et plongé en second lieu dans l'acide étendu ; au bout de quelques minutes, on retire la pièce, on la met de nouveau en contact avec le zinc et on plonge le tout dans une solution saturée de sulfate de cuivre, aiguisée d'un vingtième d'acide sulfurique. On lave ensuite à grande eau et la pièce est soumise immédiatement à l'action galvanique, soit qu'il s'agisse d'épaissir la couche de cuivre, soit qu'on veuille la dorer ou l'argenter.

On peut encore décaper le fer et l'acier dans l'acide hydrochlorique étendu d'eau.

Le travail complet du décapage est une opération très-*compliquée et n'est* pas toujours la même suivant les métaux.

Celui du cuivre et de tous les alliages dans lesquels entre ce métal s'exécutent par six opérations : 1° une recuisson ou dégraissage par le feu ou la potasse; 2° un déroché à l'acide sulfurique étendu; 3° un passé à l'acide nitrique extrêmement étendu; 4° un passé à l'eau-forte et à la suie dont nous avons donné la recette plus haut; 5° un passé à l'eau-forte à brillanter ou à mater, c'est-à-dire pour faire revenir au brillant les surfaces devenues mates par un mauvais décapage ou altérées par les acides, ou bien pour leur donner une belle apparence mate; 6° enfin le passé au nitrate acide de mercure.

L'eau-forte à brillanter se compose avec 100 parties en volume d'acide sulfurique, 100 d'acide nitrique et 1 partie de sel marin.

Celle à mater, d'acide nitrique 200 parties en volume, acide sulfurique 100, sel marin et sulfate de zinc 1 partie chacun.

Quant au passé au nitrate acide de mercure, il se donne en plongeant dans une solution de : eau ordinaire 10 litres, azotate liquide de deutoxyde de mercure 4 grammes et acide nitrique ou sulfurique 10 grammes. C'est une composition empruntée aux doreurs au feu qui facilite l'adhérence du dépôt avec le métal sous-jacent.

Bien entendu qu'après chacune de ces opérations, excepté la dernière, il faut laver à l'eau pure et avec abondance. De plus ces diverses opérations doivent se suivre sans interruption et avec une très-grande célérité. Du reste il existe à Paris des ateliers de décapage de cuivre organisés uniquement pour ce service, où des ouvriers habiles exécutent ce travail de la manière la plus satisfaisante.

Le décapage de l'argent exige d'abord un recuit, puis un passage par un bain bouillant d'acide sulfurique très-étendu d'eau qui dissout tout l'oxyde de cuivre allié à ce métal. On répète plusieurs fois cette opération jusqu'à ce qu'on arrive à obtenir un beau blanc mat irréprochable. On peut profiter de cet état pour obtenir une belle dorure mate, mais généralement, avant d'introduire l'argent dans les bains d'or, on est dans l'usage de les gratte-boesser pour en faire disparaître le mat ou simplement pour en bien découvrir la surface par un frottement prolongé avec un pinceau ou une brosse composée de fils de laiton rudes et droits.

PRÉPARATION DU CHLORURE D'OR.

Jusqu'à présent, on a rencontré de grandes difficultés pour obtenir des sels d'or rouges et jaunes parfaitement solubles

dans l'eau, et sans réduction (chlorhydrate de trichlorure et trichlorure); après de nombreuses expériences, j'ai réussi à préparer ces sels d'une manière qui ne laisse, je crois, rien à désirer.

1° Pour préparer le sel d'or jaune, on prend de l'eau régale formée de 3 parties d'acide chlorhydrique, de 1 partie d'acide azotique et de 1 partie d'eau distillée. Puis on met 1 partie d'or *pur* dans une capsule en porcelaine; on verse sur cet or l'eau régale préparée par la formule ci-dessus indiquée. La quantité d'acide doit être double de celle d'or employée. On couvre la capsule avec un disque de verre et on la place dans un bain-marie saturé de sel marin; l'on chauffe alors ce vase, en ayant soin de le maintenir toujours couvert jusqu'à ce que les vapeurs nitreuses aient cessé; l'on découvre l'appareil; si l'or n'est pas entièrement dissous, on y ajoute quelques grammes d'eau régale; l'on couvre de nouveau la capsule et l'on continue à chauffer jusqu'à complète disparition de vapeur. Alors il faut enlever le disque de verre et le remplacer par un morceau de papier Joseph plié plusieurs fois sur lui-même, et continuer l'opération au bain-marie salé jusqu'au moment où, en plongeant une baguette de verre dans la capsule et la retirant, le chlorure d'or qui y adhère se trouve solidifié; on retire la capsule du bain-marie et le chlorure ne tarde pas à cristalliser en petites aiguilles prismatiques d'une belle couleur jaune tirant sur l'orange.

Le chlorure obtenu de cette manière est entièrement soluble dans l'eau et sans réduction; il s'emploie, avec beaucoup de succès, à fixer les épreuves daguerriennes et à plusieurs autres opérations.

Le chlorure d'or rouge (trichlorure) se prépare de la même manière, seulement l'eau régale qu'on emploie s'obtient avec deux parties d'acide chlorhydrique et une partie d'acide azotique. On commence à attaquer l'or sur un bain de sable par un excès d'eau régale; l'on ne se sert du bain-marie que lorsque l'or est entièrement dissous. Pour le reste de l'opération, l'on agit de la même manière que pour préparer le chlorure d'or jaune.

ARGENTURE DE LA FONTE, PAR LE MAJOR JEWREINOFF.

On peut argenter la fonte aussi facilement que le cuivre et le bronze. Les différentes expériences que j'ai faites avec un plein succès m'ont engagé à publier ma manière d'opérer.

Le liquide destiné à argenter la fonte se prépare comme

il suit : 8 parties en poids de cyano-ferrure de potassium complètement privé d'humidité, en le faisant sécher au feu sur une plaque de tôle ; on y ajoute 3 parties de carbonate de soude parfaitement sec. On fait chauffer ce mélange dans un creuset de graphite ou plombagine, à la couleur rouge faible, jusqu'à ce que la masse ne se gonfle plus en bouillonnant, mais se trouve à l'état de fusion paisible. Pendant qu'elle est encore fluide, on la verse avec précaution dans un vase de fer-blanc; je dis avec précaution, attendu que le fer, qui s'est séparé du sel pendant la cuisson, demeure adhérent au fond et aux parois du creuset. On reconnaît que la fusion est complète lorsque, en plongeant un tube de verre dans la masse en fusion et en le retirant, il reste couvert d'une croûte saline presque transparente. Ce sel parfaitement décoloré, préparé suivant la méthode de Liebig, se compose de cyanure et de cyanate de potasse; il doit être conservé dans des vases parfaitement clos. Au contact de l'air, il se décompose en partie par l'action de l'acide carbonique de l'atmosphère et il dégage une odeur d'acide prussique. On ajoute à ce sel du chlorure d'argent préparé à l'avance et encore humide; on étend ce mélange avec de l'eau et on agite longtemps. Il faut même un léger excès de chlorure d'argent, par rapport au cyanure de potassium. Si, au bout de quelque temps, il restait un peu de chlorure non dissous, on mettrait dans le liquide quelques morceaux de cyanure, évitant autant que possible d'en ajouter en excès et laissant, au contraire, une petite portion de chlorure non dissous au fond du vase. Ces particularités sont de la plus haute importance, car, dans le cas où le liquide contient trop de cyanure libre, il se décompose trop facilement et produit une mauvaise argenture.

Le liquide filtré doit être parfaitement clair et il doit rester sur le filtre une grande partie du fer, du cyanure et quelque peu de chlorure d'argent.

Pour argenter, je me sers d'une pile galvanique composée de zinc et d'un cylindre de charbon, séparés l'un de l'autre par un diaphragme en terre demi-cuite (1). Ce couple se place dans un bocal cylindrique de verre, où l'on verse de l'acide nitrique étendu; le diaphragme est rempli d'eau acidulée par l'acide sulfurique. L'expérience m'a démontré que les meilleurs cylindres de charbon se composent d'un mélange de 5 parties en poids de coke (2), 8 parties de houille

(1) Voyez la description de la pile de Bunsen, page 33.

(2) C'est le résidu qui provient de la calcination du charbon de terre dans des vases clos, pour extraire le gaz d'éclairage.

grasse en poudre et 3 parties de farine de seigle. Après avoir mis en pâte ces substances et formé les cylindres, on les fait sécher, puis on les calcine dans des vases de terre cuite, fermés par un couvercle luté, dans lequel on ménage un petit trou pour la sortie des gaz.

On argente beaucoup plus facilement les objets de fonte qui n'ont pas été vernis en noir, parce qu'il est fort difficile de les débarrasser de la couche qui recouvre la surface métallique. Les pièces bien polies sont plongées dans la solution d'argent et communiquent par un fil conducteur au pôle zinc de la pile. On plonge d'un autre côté, dans la solution, une lame de platine qui communique avec le cylindre de charbon. Le plus communément, une plaque de fonte de 10 centimètres carrés s'argente parfaitement en une demi-heure.

DE L'ARGENTURE GALVANOPLASTIQUE DE L'ACIER, PAR M. A. DESBORDEAUX, DE CAEN.

Le dépôt de l'argent sur l'acier est, sans contredit, l'une des applications les plus importantes des procédés galvanoplastiques, et c'est en même temps celle qui présente le plus de difficultés dans la pratique, lorsqu'on tient à obtenir une argenture parfaitement solide. Aussi préfère-t-on généralement l'emploi de la dorure pour les objets en acier, quoique la différence de valeur qui existe entre l'or et l'argent permette d'y déposer, pour le même prix, une couche d'argent trois fois plus épaisse. En effet, la dorure *galvanoplastique* de l'acier est une opération extrêmement simple, qui n'exige d'autre précaution que de bien décaper la pièce avant de la plonger dans le bain de cyanure double d'or et de potassium ; l'or adhère directement sur l'acier et d'une manière extrêmement solide. Il n'en est pas de même de l'argent; on ne pouvait, jusqu'à présent, en obtenir un dépôt adhérent sur l'acier qu'après avoir revêtu ce dernier métal d'une couche de cuivre au moyen du cyanure double de cuivre et de potassium; car le cuivrage de l'acier par immersion dans le sulfate de cuivre, même en employant le contact du zinc par l'intermédiaire d'un conducteur métallique, ainsi que le conseille M. Walker, ne peut inspirer aucune confiance. Il s'opère toujours en pareil cas, à la surface de l'acier, une légère oxydation qui s'oppose à une adhérence parfaite de la couche cuivreuse.

Indépendamment de la difficulté occasionnée par l'opération préalable du cuivrage, pour laquelle il est indispensable *d'employer un courant* galvanique beaucoup plus fort que

r l'argenture, il est encore une autre cause qui fait préfé-
l'emploi de la dorure sur l'acier. C'est qu'en supposant les
ches métalliques de la même épaisseur, la couche d'or
serve mieux l'acier de l'oxydation que la couche d'argent.
et effet, si l'on se borne à revêtir l'acier d'un léger dépôt
rgent, non-seulement il n'est pas préservé de l'oxydation
squ'il est exposé à l'influence de l'humidité, mais même il
xyde plus promptement qu'auparavant et, au bout d'un
tain temps, l'argent, dont l'application ne paraissait d'a-
d laisser rien à désirer, se recouvre d'une foule de petites
ûres; c'est qu'alors la couche d'argent, assez légère pour
nner passage à l'influence des agents extérieurs, forme par
contact avec l'acier une véritable pile dans laquelle l'ar-
it joue le rôle de métal négatif et l'acier celui de métal
itif. Une couche d'or très-mince ne met pas non plus
ier complètement à l'abri de l'oxydation, parce qu'elle est
lement perméable, mais elle le préserve beaucoup mieux,
r étant un métal négatif à un degré beaucoup moins pro-
ncé que l'argent, qui, sous ce rapport, tient le second
g après le platine.

Enfin, aux inconvénients précédemment signalés, il faut
ajouter un autre plus propre encore à dégoûter de l'ar-
nture galvanoplastique de l'acier. Après avoir, en effet,
is toutes les précautions possibles pour l'opération préa-
ble du cuivrage; après s'être assuré que la couche de cui-
e est parfaitement adhérente, il n'est pas rare de la voir
dissoudre en partie dans le bain de cyanure d'argent;
rs l'argent n'adhère que dans les endroits où le cuivre
st maintenu intact, et il devient impossible de le faire pren-
e sur les parties où l'acier a été mis à nu; ou bien encore
arrive que le dépôt d'argent paraît se former d'une ma-
ère très-satisfaisante. Mais, lorsqu'on vient à le frotter pour
essayer la solidité, on remarque que l'adhérence n'est
'apparente, et que la couche de cuivre, qui en a d'abord
terminé le dépôt, s'est trouvée entièrement dissoute; dans
n et l'autre cas, il n'y a d'autres ressources que de recom-
encer en entier les deux opérations du cuivrage et de l'ar-
nture. Cet effet tient sans doute à ce que, dans les pre-
iers moments de l'immersion de la pièce cuivrée dans le
anure d'argent, la couche de cuivre agit sur l'acier à la
anière d'une pile galvanique; car, lorsque le cuivre est
ongé isolément dans le cyanure de potassium, il s'y dis-
ut beaucoup plus difficilement que l'or et l'argent. Au
ste, c'est encore là un inconvénient uniquement attaché à
rgenture; rien de pareil ne se remarque lorsqu'on dore
ne *pièce d'acier* préalablement cuivrée.

Plus la couche de cuivre est mince, plus on est exposé au résultat fâcheux qui vient d'être indiqué ; il est donc indispensable de prolonger longtemps l'opération du cuivrage, mais surtout il faut éviter, en cuivrant, d'employer pour anode du cuivre rouge du commerce, ce mélange renfermant souvent du zinc ; et, quelque petite que soit la proportion de ce dernier métal, elle suffit pour empêcher complètement la solidité du cuivrage lorsqu'il s'agit d'argenter ensuite. Le moyen qui paraît le plus sûr, consiste à préparer le cyanure de cuivre au moyen de son oxyde précipité du sulfate de cuivre par le carbonate de potasse, et à employer pour le cuivrage un anode de platine ; alors on est certain d'avoir un dépôt de cuivre pur. L'anode de platine accélère d'ailleurs le dépôt de cuivre ; il suffit d'avoir soin d'ajouter de temps en temps, dans la solution, du nouvel oxyde. L'anode de cuivre ne tarde pas, au contraire, à s'oxyder, et dès lors ne conduit plus l'électricité que d'une manière imparfaite.

Quoique, dans les différents traités de galvanoplastie, le fer et l'acier paraissent avoir été assimilés l'un à l'autre en ce qui concerne l'argenture, ils offrent cependant entre eux, sous ce rapport, une différence bien tranchée ; car le fer peut s'argenter directement d'une manière assez solide et sans cuivrage préalable ; cette différence semble tenir uniquement à la présence du carbone dans l'acier, puisque, lors même qu'il a été détrempé, il est également impossible d'y faire adhérer l'argent. Par suite de cette affinité plus grande du fer pour l'argent, on peut même parvenir à argenter l'acier, en le recouvrant d'abord d'une légère couche de fer, au moyen de la pile et du cyanure ferrugineux (1) ; ou en employant directement du cyanure d'argent et de potassium, auquel on ajoute une forte proportion de cyanure ferrugineux ; mais il est bon d'observer que le dépôt qui se forme alors n'est pas parfaitement adhérent.

On peut encore argenter l'acier en le recouvrant d'abord d'une couche d'étain ; mais, de même que l'argenture, l'étamage s'obtient bien plus difficilement sur l'acier que sur le fer. Ainsi, en employant à chaud la dissolution d'oxyde d'étain dans le tartrate acidule de potasse, rendu soluble par l'acide borique, l'étamage du fer s'opère immédiatement par le contact du zinc. L'acier, au contraire, ne peut s'y étamer que d'une manière presque insensible, et qui ne per-

(1) Le bain composé de fer en dissolution dans le chlorhydrate d'ammoniaque, donne de meilleurs résultats. (Voir sa composition dans le *Traité de la dorure appliquée à l'Horlogerie.*) O. M.

met pas l'application de l'argent. Il faut, pour étamer l'acier, faire agir la pile sur la solution d'oxyde d'étain dans la potasse, ou, mieux encore dans la soude rendue caustique par l'hydrate de chaux; et encore, dans ce mode d'étamage, il faut un courant beaucoup plus énergique pour l'acier que pour le fer. Toutefois, on peut argenter l'acier étamé de cette manière ; mais indépendamment de la difficulté de l'étamage, on éprouve l'inconvénient résultant du peu de dureté de l'étain, qui rend l'argenture moins susceptible de résister aux frottements.

Frappé des difficultés que présentent les procédés employés jusqu'à présent pour l'argenture de l'acier, je me suis livré à une suite d'expériences pour parvenir à perfectionner cette branche intéressante de la galvanoplastique, et mes recherches m'ont conduit, enfin, à un résultat aussi simple que satisfaisant.

Ce nouveau procédé consiste à plonger, pendant quelques instants, l'acier dans une solution extrêmement faible de nitrate double d'argent et de mercure, à laquelle on ajoute quelques gouttes d'acide nitrique. Pour composer cette solution, il suffit de faire dissoudre séparément 1 gramme de nitrate d'argent dans 60 grammes d'eau, et 1 gramme de nitrate de mercure dans une égale quantité du même liquide. On mélange ensuite les deux solutions, auxquelles on ajoute 4 grammes d'acide nitrique à 40 degres de l'aréomètre de Baumé. Peut-être ces proportions ne sont-elles pas tout-à-fait rigoureuses, mais l'addition de l'acide nitrique est absolument essentielle. Il faut éviter d'employer de l'eau renfermant de l'hydrochlorate de chaux ou des matières organiques, car elle produirait inévitablement l'effet bien connu de décomposer en partie le nitrate d'argent ; il faut, autant que possible, se servir d'eau distillée. On ne doit pas s'attendre à voir le nitrate de mercure se dissoudre en totalité dans l'eau, car on sait qu'il s'y transforme en sous-nitrate et en nitrate acide qui reste dans la liqueur, tandis que le sous-nitrate se précipite en poudre d'un jaune verdâtre. Ce dépôt doit être conservé dans la solution destinée à l'argenture. Il n'est pas nécessaire que le nitrate d'argent soit pur, celui qu'on obtient en faisant agir l'acide nitrique sur l'argent allié à un dixième de cuivre, produit absolument le même effet.

Lorsque l'acier a été plongé dans la solution de nitrate double de mercure et d'argent, il se recouvre presque constamment d'un léger dépôt noirâtre qui s'enlève avec facilité en passant un linge à sa surface. L'acier se trouve alors par-

faitement décapé et revêtu en même temps d'une pellicule d'argent extrêmement mince, mais d'une adhérence intime. Le dépôt noirâtre qui se forme m'a paru composé presque exclusivement de carbone, corps dont la présence, comme je l'ai fait remarquer précédemment, s'oppose seule au dépôt de l'argent sur l'acier. Après cette préparation si simple et si rapide, la pièce d'acier se trouve parfaitement disposée à recevoir la couche d'argent qui se forme avec la plus grande facilité, et d'une manière tellement adhérente, que non-seulement elle peut supporter le bruni le plus prolongé, mais qu'elle peut même résister à la chaleur rouge sans rien perdre de sa solidité. C'est une expérience que j'ai faite plusieurs fois, et dont le succès, quelque étonnant qu'il soit, a toujours été constant. Plongé dans la même solution, le fer ne subit aucune altération; il conserve son brillant métallique, il s'y forme cependant, comme sur l'acier, un tres-léger dépôt d'argent qui paraît favoriser la solidité de son argenture, quoique cette préparation ne soit pas nécessaire pour le fer.

Si, au lieu d'employer le nitrate double d'argent ou de mercure, on se borne à tremper l'acier dans une solution de nitrate de mercure, il se forme bien une couche d'argent à la surface lorsqu'on fait agir la pile, mais il n'y a pas adhérence. Il en est de même si on emploie isolément le nitrate d'argent. Si, au contraire, après avoir plongé l'acier dans le nitrate d'argent, on le soumet ensuite à l'action du nitrate de mercure, en supposant l'un et l'autre de ces sels légèrement acides, on obtient ensuite, par la pile, une argenture aussi solide qu'en préparant directement la pièce à argenter par le nitrate double de mercure et d'argent; mais ce dernier procédé, comme étant le plus simple, doit être préféré.

Au reste, la proportion de la solution qui sert de base au nouveau mode d'argenture est très-peu dispendieuse, puisque 125 grammes reviennent à peine à 75 centimes. Elle ne paraît pas perdre sensiblement de son efficacité par l'usage prolongé qu'on en peut faire. On peut même se borner, au lieu de plonger l'acier dans la solution, à le frotter pendant quelques instants avec un linge qui en est imbibé, en se rappelant cependant l'effet que produit le nitrate d'argent sur la peau.

Il devient facile, au moyen du nouveau procédé, de réparer les pièces d'acier argentées par l'ancienne méthode du cuivrage, et sur lesquelles quelques parties de l'acier se trouvent mises à nu. Il suffit, pour cela, après avoir enlevé tout ce qui n'est pas adhérent, après avoir bien décapé ces endroits altérés, de les frotter quelques instants avec la solu-

tion indiquée et de les argenter ensuite à la manière ordinaire. L'immersion dans cette solution produit un décapage tellement complet, qu'il a pour effet de faire adhérer l'argent même dans les petits défauts que le polissage laisse encore souvent à la surface des objets d'acier ; avantage qu'on ne pouvait obtenir par le cuivrage, et qui est d'autant plus précieux que c'est par ces petits défauts que commence ordinairement l'oxydation des pièces argentées.

Ainsi, dorénavant l'acier pourra s'argenter aussi facilement et aussi solidement, pour le moins, que le cuivre : plus de cuivrage préalable, plus d'argenture défectueuse et incomplète, adhérence parfaite au moyen d'une simple immersion dans une solution qui sert en quelque sorte de mordant ; tels sont les résultats satisfaisants que présente le nouveau procédé.

Toutefois il ne faut pas perdre de vue que la couche d'argent dont on obtient le dépôt par la pile, doit, dans la nouvelle méthode comme dans celle du cuivrage préalable, atteindre une certaine épaisseur pour préserver complètement l'acier de l'oxydation. Comment reconnaître que la couche d'argent a contracté une épaisseur suffisante pour remplir ce but ? Le moyen qui m'a paru le plus sûr et en même temps d'une plus grande simplicité, consiste à plonger pendant un certain temps une très-petite partie de la pièce argentée dans une solution acide de sulfate de cuivre. Tant que l'argent y contracte une couleur jaune, c'est un indice certain que la couche d'argent est insuffisante ; elle est encore perméable, puisqu'elle permet à l'acier d'exercer son action sur le sulfate de cuivre. Au reste, on ne doit avoir recours à cette expérience que lorsqu'on est à peu près certain d'être arrivé à l'épaisseur convenable, car l'argent ne peut se cuivrer ainsi, fût-ce même légèrement, qu'aux dépens de son adhérence, et, dans tous les cas, il vaut mieux aller un peu au-delà de ce qui est strictement nécessaire. Plus la couche d'argent sera épaisse, plus on aura de garantie contre l'oxydation.

Pour obtenir une bonne argenture, il n'est pas nécessaire d'employer le cyanure préparé avec l'argent pur, au moins lorsque la pièce d'acier a été décapée avec le nitrate double d'argent et de mercure. L'argent qui se trouve habituellement dans le commerce, et qui, comme on sait, renferme environ un dixième de cuivre, produit un effet aussi satisfaisant, sauf la blancheur un peu moins grande du dépôt. Il suffit, pour préparer ce cyanure, de faire dissoudre directement, à l'aide de la pile et d'une chaleur modérée, l'argent dans le cyanure *de potassium*. On évite ainsi l'embarras, assez grand,

résultant de la purification de l'argent et de la préparation de son cyanure. Lorsqu'il s'agit, au contraire, de pièces préparées par la méthode du cuivrage, on ne peut obtenir d'adhérence qu'en employant le cyanure double de potassium et d'argent parfaitement pur. C'est encore un nouvel avantage du procédé sur lequel je viens d'appeler l'attention.

Dans tous les cas, il est essentiel, pour la solidité du dépôt, que le courant galvanique ne soit pas assez fort pour faire dégager abondamment l'hydrogène à la surface de la pièce qu'on argente ; mais un faible dégagement de ce gaz ne paraît présenter aucun inconvénient.

Une autre observation, non moins importante, c'est que si l'on tient à conserver longtemps une solution de cyanure double de potassium et d'argent, il faut bien se garder de s'en servir pour argenter le laiton. Le contact du laiton et des autres alliages renfermant du zinc, produit une prompte altération du cyanure, au point que celui qui a servi une seule fois à cet usage n'est plus propre à argenter l'acier. Il ne faut employer pour le laiton que des solutions à peu près usées.

Enfin, dans l'intérêt de ceux qui se livrent à des expériences de galvanoplastique, il est bon d'ajouter une dernière remarque, c'est que le cyanure de potassium préparé d'après le procédé du professeur Liebig (1), le seul dont j'ai fait usage, et qui est certainement le moins dispendieux, puisque, lorsqu'on le prépare soi-même, il ne revient qu'à 40 centimes les 30 grammes, ne peut se conserver qu'à l'état solide, et doit être renfermé dans un flacon bouché à l'émeri immédiatement après son refroidissement à la sortie du creuset. Lorsqu'il est en solution dans l'eau, il ne se conserve qu'autant qu'il est uni au cyanure d'argent ou à un cyanure métallique. S'il n'est pas en combinaison avec ces sels, il ne tarde pas à se décomposer en dégageant une forte odeur d'ammoniaque et en formant un dépôt d'un brun rougeâtre. Alors il conserve encore la faculté de dissoudre le cyanure d'argent ; mais on ne peut en obtenir la réduction au moyen de la pile.

Tel est le résultat des recherches auxquelles je me suis longtemps livré sur l'argenture de l'acier. Puissent-elles offrir quelque utilité à ceux qui, comme moi, se plaisent à consacrer une partie de leurs loisirs aux expériences si attrayantes de la galvanoplastique !

Je dirai encore un mot sur la manière de sécher la pièce.

(1) Voyez ce procédé, *page 99*.

argentée. En effet, lorsque l'acier, après avoir été trempé dans le nitrate de mercure et d'argent, a été soumis pendant quelques instants à l'action de la pile et qu'il a pris la couleur blanche, il est important de l'en retirer, et après l'avoir lavé dans l'eau pure, de le soumettre à une chaleur modérée, de manière à ce qu'il soit légèrement brûlant à la main. Le dépôt d'argent, qui auparavant était peu adhérent, contracte immédiatement une grande solidité. On plonge ensuite de nouveau l'acier dans le bain de cyanure de potassium et d'argent, et quand la couche est suffisamment épaisse, on la fait sécher une dernière fois de la même manière. On obtient ainsi, dans tous les cas, une argenture très-solide.

Enfin, je dirai qu'il ne faut pas chercher à hâter le dépôt de la couche d'argent en employant un anode d'argent volumineux, car il en résulterait des soufflures qui seraient sans adhérence. Il faut au contraire employer un anode mince et long que l'on plonge à une certaine profondeur dans le bain de cyanure d'argent, mais en ayant toujours soin d'éviter le dégagement de l'hydrogène à la surface de la pièce qu'on argente. Quoique ce dégagement paraisse sans inconvénient lorsqu'il est presque insensible, il vaut mieux l'éviter complètement, car, poussé à un certain degré, il donne lieu à des soufflures dans la couche d'argent. J'emploie ordinairement une pile de Wollaston de 10 éléments, disposés de manière qu'on peut, à volonté, modifier le courant en les plongeant plus ou moins dans le liquide excitateur. Il m'a paru avantageux pour l'argenture, lorsqu'on emploie le cyanure préparé avec l'argent renfermant un dixième de cuivre, d'agir avec des éléments très-petits et un courant assez fort; il vaut mieux diminuer l'étendue des éléments et exciter la pile un peu plus fortement. Au reste, quoiqu'on obtienne une bonne argenture en se servant de cyanure préparé avec l'argent allié au cuivre, l'opération est plus facile à conduire en se servant de cyanure préparé avec l'argent pur ; le dépôt s'opère alors avec un courant moins fort. Il est essentiel d'employer des conducteurs très-longs et très-minces; je donne ordinairement au conducteur zinc une longueur d'un mètre, et d'un demi-mètre seulement au conducteur cuivre, en contournant l'un et l'autre autour d'un tube de verre. Quant à l'effet d'une forte chaleur sur l'argenture, il faut observer qu'il est beaucoup moins sensible sur la pièce argentée lorsque le dépôt d'argent est mince, que lorsqu'il a acquis de l'épaisseur. Car alors, quoique l'argenture supporte facilement un bruni très-prolongé, une chaleur un peu forte y occasionne des soufflures.

PROCÉDÉ DE M. MOUREY, POUR LA MISE EN COULEUR DES OBJETS ARGENTÉS PAR L'ÉLECTRO-CHIMIE.

Les procédés de dorure et d'argenture à l'aide du courant voltaïque sont maintenant appliqués en grand dans les ateliers, où ils ont remplacé les anciennes méthodes, toutes plus insalubres, moins faciles et plus coûteuses que l'électro-chimie,

Rappelons en deux mots le moyen dont on se sert, principalement aujourd'hui, pour dorer ou pour argenter les métaux communs, par voie électro-chimique, dans les ateliers de fabrication où ce nouvel art s'est établi. On fait dissoudre du cyanure d'or ou d'argent dans du cyanure de potassium; on plonge dans cette dissolution suffisamment étendue d'eau, les objets qu'il s'agit de dorer ou argenter, après les avoir attachés à un fil fin de cuivre qui se rend au pôle négatif d'une forte pile à courant constant. Un autre fil semblable, partant du pôle positif de la pile, vient aussi plonger d'une même longueur dans la dissolution, mais sans toucher les objets et à quelque distance d'eux. En cet état, il s'établit dans l'appareil un courant galvanique qui décompose le cyanure d'or ou d'argent, et précipite ces métaux rendus libres sur les objets métalliques qu'on veut recouvrir d'une couche de métaux précieux.

Les pièces qu'on dore ou qu'on argente aujourd'hui par ce procédé, dans les ateliers où l'on se livre à cette fabrication, sortent en général de l'appareil qu'on emploie pour cet objet, et de la dissolution, avec un blanc parfait et comparable à celui des plus beaux produits fournis par les autres procédés d'argenture. Mais ces pièces ne tardent pas à perdre leur éclat et à acquérir un aspect terne, et, ce qui est pis encore pour l'argenture, à prendre une couleur jaunâtre toute différente de celle qu'elles possédaient au moment de leur fabrication.

Cette teinte jaune que prend l'argenture produite par les procédés électro-chimiques, et qui se manifeste déjà quelques jours après qu'ils sont sortis de la dissolution ou du bain, est un défaut tellement capital pour des articles qui devraient, au contraire, conserver le plus longtemps possible la blancheur connue de l'argent pur, qu'on a dû, dès qu'on a pu la constater, en rechercher la cause. A cet égard les opinions ont été peu partagées, et l'on s'est assez généralement accordé à l'attribuer au cyanure ou sous-cyanure d'argent qui *reste* à la surface, ou peut-être se trouve entraîné sous cet

état avec l'argent précipité par un travail trop rapide ou une décomposition imparfaite. Ce cyanure, décomposé par la lumière solaire, ou seulement exposé à son influence, se colore et donne ainsi à l'argenture ce ton jaunâtre qui en altère la beauté, et ne permet plus de livrer au commerce les pièces ainsi ternies.

M. Ed. Becquerel, qui s'est occupé avec tant de succès de recherches sur l'influence que la lumière solaire exerce sur les couleurs, s'exprime ainsi à cet égard dans une lettre qu'il m'a adressée le 11 février dernier :

« Voici comment je conçois que les pièces argentées par le procédé électro-chimique changent de couleur quelque temps après leur préparation. Lors de la précipitation de l'argent sur les pièces qui servent de pôle négatif à la pile voltaïque, il se dépose toujours, en outre de l'argent métallique, un sous-sel du même métal. Ici, c'est un cyanure d'argent, ou un double cyanure de potassium et d'argent. C'est le changement de couleur de ce sel, soit par une décomposition lente, soit par l'influence de la lumière, qui altère la blancheur de l'argent. »

Ce défaut, comme on voit, était très-grave, et à tel point qu'il menaçait à lui seul d'entraîner la chute d'une industrie naissante et pleine d'avenir, et de reléguer une des plus ingénieuses applications modernes au nombre des procédés inutiles dans la pratique des arts.

Il s'agissait d'y trouver un remède efficace et assez simple pour devenir usuel dans les ateliers, et surtout propre à prévenir, pendant un temps prolongé, le retour de cette coloration en jaune qui altère les pièces. C'est la découverte de ce moyen qui a donné lieu à quelques recherches que nous rappellerons en quelques mots.

M. Elkington, un des inventeurs de la dorure électro-chimique, a, le premier, cherché à prévenir ce jaunissement des pièces argentées au moyen du cyanure de potassium. On conçoit, en effet, que ce sel, jouissant de la propriété de dissoudre le cyanure d'argent qui est la cause de ce changement de couleur, devait, en rendant celui-ci soluble, permettre ensuite de l'enlever, soit par des lavages, soit par l'application de la chaleur. Mais ce moyen s'est trouvé imparfait, car tout le cyanure d'argent ne se trouve pas ainsi enlevé, ou du moins ne paraît attaqué qu'à la surface de la pièce; au bout de peu de temps, celui qui se trouvait encore emprisonné, comme il est présumable, entre les molécules de l'argent précipité, repousse et par conséquent produit le

même défaut, c'est-à-dire que les pièces recommencent à jaunir au bout de peu de temps.

J'ai cherché, de mon côté, si on ne pourrait pas appliquer, dans ce cas, ce qu'on nomme en orfèvrerie les *eaux de couleurs;* mais les pièces ainsi traitées en sont sorties toutes ternies ou altérées.

On a cherché aussi, pour le même usage, à employer les chlorures et autres dissolvants ; mais ces moyens n'ont réussi que très imparfaitement par les motifs allégués ci-dessus, et l'expérience a démontré qu'il était impossible de rappeler ainsi l'argent à une blancheur permanente, et de lui donner un beau mat.

L'application d'une température élevée, soit seule, soit combinée avec les moyens précédents, a fourni des résultats un peu meilleurs. On conçoit, en effet, que cette élévation de température, en détruisant le cyanure d'argent qui produit le jaunissement de l'argent, doit volatiliser aussi ou décomposer le cyanogène, et que, dans cette opération, il ne doit plus rester sur la pièce que de l'argent pur, dont la couleur ne peut changer qu'avec le temps, et sous l'influence de l'hydrogène sulfuré qui se trouve toujours en petite proportion dans l'atmosphère des lieux habités.

Cette application d'une chaleur élevée, indépendamment de ce qu'elle ne communique pas un beau blanc mat, présente encore un inconvénient auquel on a fait jusqu'à présent peu d'attention, mais qui n'en est pas moins réel. Cet inconvénient consiste en ce que, dans les pièces argentées, lorsque la chaleur a été trop élevée, mal ménagée ou trop soutenue, il s'opère une désunion entre le cuivre et la couche mince d'argent qui le recouvre en certains points où les métaux n'avaient probablement pas contracté entre eux une adhérence suffisamment intime ; ce qui fait que les pièces chauffées ainsi présentent des soufflures qui détériorent la pureté de leurs formes, altèrent leurs profils et leur nuisent beaucoup comme objets d'art.

Frappé de l'impuissance que présentent les dissolvants, les eaux de couleurs ou la chaleur seule ou combinée, pour rendre aux objets argentés par voie électro-chimique la blancheur et le beau mat de l'argent pur, j'ai fait de nouveaux essais dans une autre direction, et j'ai réussi à découvrir un autre procédé dont j'ai fait part à quelques chimistes et à des fabricants, et que je crois, à cause du succès constant qu'il procure, devoir rendre public.

Pour opérer, je fais dissoudre, au moyen de la chaleur, *du borax dans* de l'eau, de manière à en former une bouil-

lie claire. C'est dans cette bouillie que je plonge les pièces à blanchir, qui en sortent ainsi couvertes d'une couche de borax. Dans cet état, je les soumets à l'action d'une température suffisamment élevée pour calciner ce borax. Cette haute température s'applique en recouvrant les pièces de charbons ardents, ou, pour celles qui sont de petites dimensions, à l'aide du chalumeau aërhydrique de M. de Richemond, ou enfin ce qui est mieux, surtout pour les grosses pièces, ou les pièces très-délicates, dans une moufle, qui donne des résultats plus prompts et plus sûrs.

L'expérience m'a appris que cette température ne doit pas dépasser le rouge cerise. Quand on la pousse au-delà, les pièces s'altèrent et deviennent comme moirées à la surface.

Les pièces ayant été ainsi soumises à la chaleur rouge cerise, on les laisse refroidir, puis on les soumet à un dérochage en les plongeant dans une eau aiguisée d'acide sulfurique. Quand elles sont bien décapées, on les termine et les sèche par un tour de main qui n'est pas sans influence sur les résultats. En cet état, elles apparaissent d'une blancheur parfaite, et ont le beau mat de l'argent pur.

Ce procédé paraît devoir être d'autant plus utile, qu'il s'applique même aux objets qui ne sortent pas blancs du bain où ils ont été soumis à l'action du courant électrique. Le borax, combiné avec la chaleur, les fait revenir d'un blanc aussi beau que les autres, sans aucunes nouvelles manipulations.

Enfin, j'ajouterai que ce procédé pour passer au mat, s'applique aussi parfaitement à la dorure obtenue par voie électro-chimique. Il purge l'or précipité des sels qu'il aurait entraînés ou qui ont pu se déposer à sa surface, lesquels, au bout de peu de temps, foncent sa couleur, ou y produisent une sorte de voile ou de nuage qui nuit beaucoup à l'apparence extérieure des objets.

SUR LA COULEUR MATE BLANCHE QUE PREND PARFOIS LA DORURE GALVANIQUE, PAR ELSNER.

Lorsqu'on veut opérer la dorure des objets en fer, bronze et cuivre à l'aide de la dissolution de l'or dans le cyanure de potassium, on sait qu'il arrive souvent que la couche d'or qui se dépose est plus blanche que quand l'or est dissous simplement dans le cyano-ferrure jaune de potasse. On observe même parfois que lorsqu'on fait usage d'une lame d'or comme anode, et qu'il y a absence complete de toute trace de platine et d'argent, néanmoins les objets se recouvrent d'un enduit *blanchâtre* au lieu d'une belle couche d'or. M. Els-

ner a entrepris quelques expériences pour chercher la cause de ce phénomène, et il n'a pas tardé à reconnaître qu'il se manifestait surtout lorsque la dissolution de cyanure de potassium était en grand excès vis-à-vis l'or. L'enduit blanc se dissout très-aisément dans l'acide chlorhydrique ou l'acide nitrique, et par conséquent ce n'est pas de l'or; ces acides renferment alors de la potasse, et tout démontre que cet enduit n'est autre chose que du potassium réduit qui s'attache au métal et s'oppose au dépôt de l'or.

VIEIL ARGENT ET OXYDÉ.

Les vieux objets en argent massif qui sont recouverts d'une sorte de patine d'aspect plombeux qui leur donne beaucoup de prix aux yeux des amateurs peuvent être imités d'une manière fort simple en enduisant les pièces récemment préparées ou modernes avec de la plombagine dont on fait une bouillie avec de l'essence de térébenthine et ajoutant un peu de sanguine à cette bouillie. On laisse sécher, puis on passe une brosse douce sur toute la surface pour enlever la matière qui n'adhère pas et on redonne un certain éclat aux reliefs avec un linge mouillé dans de l'esprit de vin.

Ce qu'on appelle oxydé ou argent oxydé n'est pas dû à une oxydation de ce métal, mais au soufre ou au chlore; voici la méthode pour obtenir cet effet qui a été adoptée par M. Roseleur et qu'il décrit dans ses *Manipulations hydroplastiques*, p. 152.

« Dans de l'eau ordinaire à la température de 70 à 80° j'ajoute 4 à 5 millièmes de son poids de sulfhydrate d'ammoniaque ou mieux de pentasulfure de potassium (foie de soufre), et je plonge dans cette dissolution les objets en argent ou argentés; à peine mis en contact avec ce bain, ces objets se recouvrent d'une pellicule de sulfure d'argent dont les différentes épaisseurs réfléchissent les plus brillantes couleurs de l'arc-en-ciel, mais qu'un séjour de quelques secondes fait passer au noir bleu foncé qui persiste définitivement. On rince à l'eau fraiche et on gratte-boesse pour brunir si besoin est.

» Il faut, autant que possible, immédiatement employer le liquide à oxyder, sans quoi, par suite d'un abondant dépôt de soufre, résultat d'une longue ébullition, la sulfuration qui se produit n'a plus d'adhérence; le doigt l'enlève facilement et laisse à sa place une teinte rougeâtre qui ferait croire à l'existence du cuivre rouge, quoique l'objet soit parfois en laiton *ou en maillechort*. D'ailleurs l'oxydé qu'on obtient dans les

liqueurs récemment préparées est toujours plus brillant et d'un beau noir, tandis que celui que produisent les liqueurs anciennes est toujours terne et grisâtre.

» Si l'argenture que l'on veut oxyder est très-mince et le liquide trop fort, le sulfure alcalin dissout la petite quantité d'argent et met le cuivre à nu.

» L'oxyde a pour but, dans un grand nombre de cas, de remplacer le *niel* qu'on obtient aussi par une sulfuration de certaines parties d'un objet d'argent, mais cette sulfuration, au lieu d'être directe comme celle qu'on vient de décrire, se fait par l'application sur l'argent du sulfure de ce métal préparé à l'avance. »

DES QUALITÉS ESSENTIELLES DE LA DORURE ET DE L'ARGENTURE ÉLECTRO-CHIMIQUES, ET DES MOYENS DE LES OBTENIR.

Pour toutes les opérations de dorure et d'argenture électro-chimiques, les piles composées présentent un immense avantage sur les appareils simples. Elles permettent l'emploi de l'auge à décomposition, et l'on n'aura plus ainsi à regretter la perte d'un métal précieux qui se réduit inutilement sur les diaphragmes des piles simples. En outre, si l'on fait plonger dans l'auge un anode soluble de même nature que le métal à réduire, la dissolution conservera le même degré de concentration, et pourra servir indéfiniment.

Il nous reste maintenant à examiner les causes qui peuvent déterminer la réussite de la dorure et de l'argenture, avec toutes les qualités que l'on recherche généralement. M. Becquerel a traité cet important sujet, dans ses *Éléments d'Electro-Chimie,* avec tout le talent qui le distingue. Nous ne pouvons donc mieux faire que de résumer, en peu de mots, les recommandations présentées par ce savant pour obtenir l'adhérence et l'épaisseur de la couche déposée, et pour modifier à volonté la couleur et l'apparence de la surface dorée ou argentée.

1° *De l'adhérence.*

La première, et la plus importante qualité d'une bonne dorure, est la parfaite adhérence de l'or sur la surface qu'il recouvre. Pour arriver à ce résultat, il faut que la superficie des objets présente certaines conditions chimiques et mécaniques que nous allons examiner.

On sait que tous les objets soumis à l'influence de l'atmosphère se revêtent d'une couche d'air, et l'oxygène, qui forme un des éléments constitutifs de ce corps, ne tarde pas

à déterminer, à la superficie des métaux, un commencement d'oxydation qui, pour n'être pas toujours appréciable à la vue, n'en existe pas moins réellement. Or, on conçoit facilement que l'interposition de cette couche d'air ou d'oxyde, si elle n'est pas détruite, doit s'opposer au contact parfait de la couche d'or avec l'objet qu'elle doit revêtir, et, par une suite nécessaire, la dorure n'est point adhérente. Nous avons déjà fait voir comment on parvient à vaincre cette cause d'insuccès, au moyen de dérochages et de décapages destinés à aviver la surface qu'on veut dorer ou argenter. Nous insisterons néanmoins sur un point qui nous paraît très-important, c'est de plonger toujours les objets dans l'appareil *immédiatement* après le lavage qui suit les opérations du décapage.

Mais il ne suffirait pas d'avoir entièrement débarrassé la surface de tous les corps étrangers qui peuvent y adhérer, si l'objet à dorer était de nature à réagir avec la solution métallique lors de son immersion dans l'appareil. C'est ce qui aurait lieu infailliblement, si le sel d'or en dissolution renfermait quelque trace d'acide. Cet acide ne manquerait pas d'attaquer la superficie de l'objet au moment même où il est plongé dans le bain, et avant qu'il ait pu être recouvert d'aucune couche d'or; dès lors, le dépôt métallique, n'ayant plus lieu sur une surface entièrement nette, manquerait d'adhérence et de solidité. On ne saurait donc trop recommander de n'employer pour la dorure que des solutions alcalines, ou du moins parfaitement neutres. Si l'on se sert de ces dernières, il est à propos de les étendre d'une certaine quantité d'eau (sauf à n'employer qu'un courant très-faible), parce qu'alors les particules acides qu'elles peuvent encore renfermer exercent une influence bien moindre sur la superficie de l'objet à dorer.

MM. Elkington et Becquerel ont eu l'heureuse idée de combiner, en quelque sorte, l'ancien procédé de dorure avec le nouveau, et d'utiliser l'extrême affinité qui existe entre l'or et le mercure, en déposant une couche infiniment mince de ce dernier métal sur les objets que l'on veut dorer par voie galvanique.

Après avoir parfaitement décapé ces objets, on les plonge dans une solution étendue de proto-nitrate de mercure; on les lave ensuite à grande eau, puis on les frotte avec une peau très-douce, pour bien étendre la couche de mercure. On recommence l'opération jusqu'à ce que la pièce soit entièrement amalgamée et présente un aspect mat ou poli, suivant l'effet qu'on veut obtenir, et d'une couleur blanche. Il

faut se rappeler que la couche de mercure doit être excessivement mince, et juste suffisante pour se combiner avec le métal à recouvrir. Un excès de mercure produirait un effet contraire à celui qu'on veut obtenir, car il se formerait alors un amalgame blanc d'or et de mercure, qui nuirait à la fois à l'adhérence et à la couleur de la dorure. Lors de la mise en couleur de la pièce, l'élévation de température nécessaire pour cette opération détermine l'évaporation du mercure, et la dorure présente un fort bel aspect.

Nous verrons plus loin les causes qui produisent le mat ou le poli; continuons d'examiner ce qui a rapport à l'adhérence.

Nous avons dit que, pour obtenir une dorure adhérente, il fallait opérer sur une surface aussi chimiquement pure que possible; mais l'état moléculaire de cette surface n'exerce pas une moins grande influence sur la nature et la qualité du dépôt. En général, les surfaces un peu rugueuses, celles, par exemple, qui ont été recouvertes d'une multitude de petites aspérités à l'aide du décapage par la voie sèche, sont dans les conditions les plus favorables pour recevoir une dorure très-adhérente. Malheureusement ce mode de décapage ne peut pas être employé dans tous les cas, et donne à la dorure une couleur peu agréable. Il n'en reste pas moins établi, comme principe général, que l'adhérence du dépôt est d'autant plus forte que le corps recouvert présente une surface plus rugueuse et mieux avivée.

Outre ces causes qui tiennent à l'état de la surface du métal à recouvrir, il en est d'autres qui se rattachent à la manière de diriger la pile pour modifier l'intensité du courant, suivant le degré de concentration du bain métallique. Nous avons déjà dit qu'en général il y avait tout avantage à se servir de solutions très-étendues; la dorure marche alors plus lentement, mais le dépôt s'opère d'une manière bien plus uniforme; des molécules infiniment petites viennent se cristalliser sans trouble les unes contre les autres, et la masse du dépôt acquiert ainsi une densité et une cohésion parfaites.

On se rappelle que, sous l'influence d'un courant trop énergique, les métaux se précipitent à l'état de poudre noire; tandis que, si l'action électrique est trop faible, la réduction a lieu en cristaux irréguliers et d'une mauvaise couleur. Il y a, entre ces deux extrêmes, un terme moyen qu'il faut savoir saisir, car les circonstances qui déterminent la réduction du métal à l'état le plus régulier, sont aussi celles qui donnent au dépôt métallique la plus grande adhérence possible.

Supposons donc le cas le plus ordinaire, celui où la pile

fonctionne avec trop d'énergie, et voyons comment se comportera une opération de dorure dirigée sous cette influence. Quelque soin que l'on ait apporté à la préparation de l'objet à dorer, il se recouvrira, aussitôt son immersion dans le bain, d'une couche noire pulvérulente (1). Si l'on diminue progressivement la force du courant, le dépôt passera successivement par les nuances purpurine, brun rouge, dorure rouge, rouge jaunâtre, et enfin dorure jaune, qui est la plus parfaite et la plus adhérente.

On peut employer plusieurs moyens pour modifier un courant trop énergique. Il suffit, pour y parvenir, ou d'étendre le liquide excitant, en y ajoutant une certaine quantité d'eau, ou de diminuer le volume de zinc qui plonge dans ce liquide. On peut encore diminuer le volume de l'anode qui plonge dans la cuve à décomposition, ou éloigner cet anode de l'objet à dorer. En adoptant ces diverses modifications, ensemble ou séparément, on parviendra à régler parfaitement le courant au point où l'on obtient la dorure parfaite.

S'il était, au contraire, nécessaire d'augmenter la force du courant, on adopterait des dispositions tout-à-fait opposées.

La température du bain métallique exerce aussi une action sur la réduction du métal. Plus elle est élevée, plus l'opération marche avec célérité; mais alors le dépôt offre moins d'adhérence. On pourra donc encore élever ou abaisser la température pour modifier à volonté la marche de l'action galvanique.

Tout ce qui vient d'être dit pour la dorure s'applique également à l'argenture électro-chimique; c'est surtout dans la réduction de l'argent qu'on doit craindre de donner trop d'énergie à la pile.

2° *De l'épaisseur.*

Ce serait peu d'obtenir une dorure parfaitement adhérente, si le dépôt ne présentait pas, en outre, une épaisseur suffisante pour résister aux frottements et à l'usage. Si l'on se contentait, en effet, de recouvrir les objets d'un simple réseau métallique présentant de nombreux interstices, le métal recouvert, au lieu d'être protégé par la dorure, serait encore plus sujet à s'oxyder sous l'influence du couple galvanique qu'il formerait avec l'or déposé.

(1) En faisant usage du bain de cyanure d'or dans le cyanure de potassium, les objets restent d'une belle couleur d'or; la meilleure preuve que le courant électrique n'est pas trop fort, c'est lorsqu'il ne se dégage point d'hydrogène sur l'objet.

C'est donc, surtout, lorsqu'on veut obtenir une certaine épaisseur, qu'il faut redoubler de soins pour ne pas employer un courant trop fort. On devra aussi apporter une attention minutieuse à ce que ce courant reste constamment le même pendant toute la durée de l'opération. S'il en était autrement, le manque de similitude entre les molécules des différentes couches déposées empêcherait leur agrégation parfaite, et la dorure ainsi obtenue ne résisterait ni au frottement, ni à l'action du brunissoir.

Du reste, toutes les précautions qui ont été recommandées au numéro précédent pour déterminer l'adhérence, sont également indispensables pour obtenir une couche suffisamment épaisse.

3° *De la couleur de la dorure et de l'argenture. Du mat et du poli.*

Nous avons vu précédemment que la couleur de la dorure se modifie sous l'influence d'un courant plus ou moins fort, et, aussi, suivant la nature du métal qu'il s'agit de dorer. C'est ainsi que la dorure sur cuivre prend généralement une teinte foncée, tandis que, sur l'argent, elle est d'une couleur plus claire. Il n'est pas rare de voir un bain d'or, qui a servi pendant quelque temps, mais qui n'est pas épuisé parce qu'il a été alimenté aux dépens d'un anode soluble de même métal, donner à la dorure une couleur rouge cuivreuse. Cet effet doit être attribué à la présence, dans la dissolution, de petites particules cuivreuses que le bain a enlevées successivement aux objets qui y ont été plongés.

Ces observations ont été mises à profit pour modifier à volonté la couleur de la dorure. Si donc on veut avoir une dorure rouge, il suffira de mêler au bain d'or quelques gouttes d'une dissolution de cyanure de cuivre (1). Veut-on, au contraire, obtenir une dorure jaune pâle, on ajoutera quelques gouttes de cyanure d'argent. En combinant ces divers moyens, il sera facile de varier indéfiniment les nuances de l'or déposé, en se conformant aux caprices si changeants de la mode.

La production du mat ou du poli repose sur un principe bien simple posé par M. Becquerel : « *Telle est la surface, telle est la dorure.* »

« Le poli d'une surface, dit M. Becquerel, consiste dans la

(1) Je n'approuve pas le mélange de bain de cuivre au bain d'or, parce que l'on a alors de vilaines couleurs et ternes, mais pour faire une dorure plus pâle on peut, sans aucun inconvénient, ajouter du bain d'argent en très-petite quantité.

faculté qu'elle possède de réfléchir régulièrement la lumière; ce qui exige que cette surface soit composée de particules disposées toutes de la même manière, c'est-à-dire ayant leurs facettes supérieures placées dans le même plan.

» Le mat, au contraire, paraît être le résultat de la réflexion irrégulière de la lumière, condition qui est remplie lorsque la surface est recouverte d'une infinité de petites aspérités dont les facettes affectent toutes sortes de directions. »

Si donc une surface métallique polie ou mate est plongée dans une solution d'or, sous l'influence d'un courant électrique, afin de la recouvrir d'une couche d'or, on comprend que l'état de cette surface soit très-peu modifié par la couche déposée, et que la dorure présentera le même aspect que la surface. Ceci cesserait d'être vrai, si l'on déposait une couche d'or assez épaisse pour changer l'état moléculaire primitif et la relation qui existait entre les inégalités de la surface. Mais il y a d'autres moyens de donner le mat ou le poli à la dorure, lorsqu'elle est terminée; ils seront décrits au numéro suivant.

4° *De la mise en couleur, du poli et du bruni.*

Il est rare que l'on obtienne du premier coup, même avec la dorure galvanique, cette belle couleur mate si estimée et que l'on appelle *mat de pendule*. Presque toujours la surface se trouve salie en divers endroits par des particules de métaux étrangers ou de leurs oxydes. Il faut alors faire disparaître ces taches à l'aide d'une nouvelle opération appelée *mise en couleur*.

Lorsque l'on opère sur une dorure épaisse, on fait un mélange de :

Nitrate de potasse.	40
Alun.	25
Sel marin.	35

On fait fondre ces différents sels dans leur eau de cristallisation, on fixe alors la pièce à un fil de laiton et on la plonge à plusieurs reprises dans le mélange ci-dessus. Alors on la place dans une espèce de fourneau composé d'un manchon cylindrique en terre et d'une grille également cylindrique, qui laisse un certain espace vide entre elle et le manchon. Cet espace est rempli par un mélange de coke et de charbon de bois que l'on allume. La pièce étant placée dans l'intérieur de la grille, en la tenant toujours par le fil de laiton, on laisse la température s'élever et on la change *fréquemment de place*, jusqu'à ce que la matière saline dont

elle est recouverte devienne transparente et commence à entrer en fusion. A ce moment, on enlève la pièce et on la plonge dans de l'acide nitrique faible, puis dans l'eau (1), et on la fait ensuite sécher à la sciure ou dans une étuve disposée à cet effet.

Pour les pièces qui ne sont revêtues que d'une mince couche d'or, le mélange indiqué ci-dessus serait trop actif, et pourrait, en quelques endroits, corroder trop fortement la dorure. On emploie alors la composition ci-après:

Nitrate de potasse	250
Alun	250
Sulfate de zinc	125
Sulfate de fer	125

On obtient le bruni et le poli à l'aide d'un instrument appelé gratte-boesse (2) ou avec le brunissoir.

Le premier est formé de la réunion de fils de laiton plus ou moins fins, suivant l'effet qu'on veut obtenir, et serrés fortement les uns contre les autres avec un autre fil de laiton enroulé tout autour. On frotte la pièce avec cette brosse en la tenant plongée dans l'eau de savon ou acidulée par du vinaigre, jusqu'à ce qu'on ait obtenu le brillant désiré. (Voir le traité relatif à l'horlogerie.)

Le bruni consiste à passer une pierre sanguine ou hématite, taillée de diverses manières, suivant la forme des parties qu'on veut atteindre. On trempe de temps en temps le brunissoir dans l'eau vinaigrée (3) et l'on continue de frotter la pièce, jusqu'à ce qu'on obtienne un poli parfait. On la lave ensuite à l'eau froide, on l'essuie exactement avec un linge fin et on la fait sécher lentement sur un réchaud.

5° *Soins particuliers à donner à chacun des métaux qui doivent être dorés ou argentés.*

Les objets en cuivre ou en laiton seront d'abord soumis aux opérations de dérochage et de décapage qui ont été indiquées précédemment.

Pour dérocher ou décaper l'argent, on fait rougir la pièce et on la plonge dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique. La

(1) L'acide sulfurique serait préférable, si l'on pouvait avoir de bons résultats de mise en couleur de la dorure galvanique par le mélange des sels. Voir le traité ci-après. O. M.

(2) Le gratte-boesse ne polit pas le métal, il ne fait qu'enlever la couche de mat et rendre le métal vif comme il était avant la dorure. O. M.

(3) Ou mieux dans une eau de savon. O. M.

surface est alors d'un blanc mat et reçoit une très-belle dorure mate. Si l'on voulait une dorure brillante, la surface, après avoir subi la préparation ci-dessus, serait ensuite polie à la ponce et au rouge d'Angleterre, sans aucun intermédiaire de corps gras.

Le fer et l'acier peuvent être préparés de trois manières :

1° Les objets peuvent être recouverts d'une couche très-mince de cuivre.

2° Les pièces, ayant été parfaitement écurées avec de la ponce très-fine, sont plongées dans l'acide sulfurique concentré, puis dans une solution chaude de potasse caustique, pour enlever l'acide. Cette méthode réussit parfaitement.

3° On peut déposer une couche de mercure sur la surface du fer, de manière à y produire un amalgame. Voici le moyen d'y réussir : on commence par décaper à l'acide sulfurique et à la potasse ; on plonge ensuite dans une solution étendue de proto-nitrate de mercure, contenant moitié environ de nitrate de cuivre. On lave, on étend l'amalgame avec une peau, ou on gratte-boesse si on veut obtenir le brillant ; on procède ensuite à la dorure.

Pour dorer le maillechort, on le décape avec de la ponce très-fine, on le plonge quelques instants dans la solution de proto-nitrate de mercure, on lave ensuite et on plonge dans le bain d'or.

TRAITÉ PRATIQUE

DE

DORURE ET ARGENTURE GALVANIQUES

APPLIQUÉES A L'HORLOGERIE.

PAR

A.-Olivier MATHEY,
Essayeur juré au bureau de garantie de Locle (Suisse).

PARTIE HISTORIQUE.

On a tant écrit sur la dorure galvanique, qu'on est tenté de croire que tout a été dit sur ce sujet. Cependant si l'on compare toutes ces modifications, et ces soi-disant procédés nouveaux, on voit qu'ils diffèrent très-peu entre eux, et que cette légère différence n'a souvent aucune influence sur les résultats.

Il n'existe donc réellement que deux procédés de dorure par voie humide utilisés dans les arts, la dorure au trempé et la dorure galvanique, et encore la première n'est-elle autre chose que la dorure galvanique modifiée, puisque pour l'obtenir il faut le contact de deux métaux, soit de l'objet à dorer tenu par un fil d'un autre métal, soit de l'objet en communication avec le vase en fer contenant le bain d'or, et que les bains au cyanure de potassium peuvent également servir pour la dorure galvanique et la dorure au trempé comme on le verra plus tard.

Jusqu'ici cette matière a toujours été traitée par de savants théoriciens, par de profonds chimistes qui expliquent l'action moléculaire, la combinaison des corps simples, les décompositions et les compositions par les équivalents d'autres éléments, etc.; tout cela est très-bien pour la science, mais pour l'ouvrier qui désire utiliser ces découvertes nouvelles, il faut des formules, des descriptions

exactes d'opérations, parce qu'il n'a pas des connaissances en chimie assez étendues, et même fût-il chimiste, qu'en opérant exactement d'après une des descriptions susmentionnées, il n'obtiendrait pas les résultats qu'il cherche, qu'il n'arriverait pas toujours à faire une dorure irréprochable pour le commerce, car ce qui peut paraître bien pour le chimiste peut ne pas l'être pour le consommateur, et comme c'est pour ce dernier que l'artiste travaille, il doit nécessairement fabriquer des objets en rapport avec ses goûts. C'est ce dernier point que je me propose de traiter.

Placé au centre de la fabrique d'horlogerie neuchateloise, et à même par ma position de connaître toutes les opérations qui s'y pratiquent, je voyais avec peine chaque année une quantité assez considérable de personnes empoisonnées par le mercure qui se volatilisait en dorant les mouvements des montres, empoisonnement terrible en ce qu'il mettait la personne atteinte dans l'impossibilité de travailler par suite d'un tremblement dans les membres, et que ses enfants étaient souvent idiots, malades ou empoisonnés même en naissant. Aussi dès que M. Delarive eut publié son procédé de dorure galvanique, je m'empressai de répéter ses expériences et de faire des essais.

Mais ce procédé était encore trop imparfait pour recevoir une application à l'horlogerie, tant par le genre de dissolution alors en usage que par le système d'appareils recommandés. En effet, en se servant d'un diaphragme poreux, soit en toile, soit en vessie ou en terre qui sépare le liquide excitant de la dissolution d'or, on ne réussit à dorer que pendant quelque temps, parce que les liquides filtrant à travers le diaphragme et se mélangeant (j'évite le mot d'endosmose et je supprime autant que possible les noms scientifiques, parce que j'ai vu trop souvent que c'est ce qui décourage les ouvriers, parce qu'ils ne les comprennent pas, et que le but de cet ouvrage est purement pratique), on a donc une perte d'or et une dissolution qui noircit au lieu de dorer.

Lorsque l'expérience m'eut démontré que l'appareil simple ne pourrait jamais être utilisé avec avantage pour la dorure par un praticien, quoiqu'il ait été préconisé par M. le docteur C. Elsner, de Berlin, alors j'essayai les piles de Daniell, de Grove, de Bunsen qui réussirent mieux, quoiqu'on pût leur reprocher à toutes des défauts.

Celle de Daniell est trop volumineuse comparativement à sa force; celle de Grove présente des inconvénients plus graves par la vapeur d'acide nitrique qu'elle répand, et qui *oxyde les objets* métalliques de l'atelier. D'ailleurs le pôle

positif de chaque couple étant de platine, le prix en est assez élevé.

Celle de Bunsen coûte moins, mais elle a les mêmes imperfections que la précédente, plus le dégagement d'acide nitreux qui est délétère. Il faut souvent décaper les parties métalliques au point de jonction : ces piles, très-énergiques en commençant, perdent bien vite leur intensité. Celle de Bunsen est très-inconstante et ne peut servir que lorsqu'on a besoin d'une grande intensité pour produire la lumière et la chaleur pendant quelques heures, aussi dans la fabrique d'horlogerie neuchateloise, qui compte environ cent quarante ateliers de dorure galvanique occupant six à sept cents ouvriers et ouvrières, je n'en connais pas un seul qui emploie la pile de Grove ou de Bunsen. On comprend que tous ces inconvénients étaient suffisants pour que les ouvriers rejetassent ces piles et s'en tinssent aux piles de Daniell, modifiées par moi, en réduisant considérablement le volume pour une force donnée ; ces piles modifiées peuvent marcher très-longtemps sans changer les liquides ; elles ne demandent aucun soin d'entretien, et sont aussi peu dispendieuses que si l'on prenait pour pile deux grandes plaques métalliques enterrées à 2 mètres de profondeur dans le sol.

Quant aux dissolutions, ce n'est que depuis que j'ai eu connaissance de celles de MM. Elkington et Ruolz, que j'ai recommencé une série d'expériences continuées depuis lors. J'ai essayé tout ce qui a été proposé de nouveau et qui est parvenu à ma connaissance : les sulfures, les sulfocyanures ne m'ont pas réussi, et le ferrocyanure de potassium donne une couleur qui n'est pas acceptée par l'horlogerie.

Pendant cinq ans on s'est servi de la liqueur préparée en dissolvant le chlorure d'or sec dans une solution de cyanure de potassium préparé d'après le procédé de M. Liebig. Cette dissolution présente deux inconvénients : 1° les objets les plus près de l'anode prennent une teinte plus foncée, et viennent plus haut en couleur ; 2° à mesure que le bain s'épuise, les pièces prennent une couleur de plus en plus rouge, et si on veut ramener à la couleur voulue en ajoutant très-peu de bain d'argent, on obtient un jaune terne qui ressemble, après être gratte-boessé, plutôt à du bronze qu'à de l'or(1).

Aujourd'hui tous les doreurs emploient la dissolution d'ammoniure d'or dans le cyanure blanc de potassium (voir plus

(1) En partant de ce principe on voit que l'on peut avoir une dorure plus rouge en ajoutant dans le bain ordinaire au cyanure un peu de sel de cuisine au lieu de cuivre.

loin sa préparation.) Cette dissolution est, sans contredit, la meilleure, et est surtout appréciée par la belle couleur d'or pur qu'elle donne, par sa préparation facile et par toutes les teintes qu'elle procure lorsqu'on l'allie à l'argent ou au cuivre. — Cependant les objets que l'on dore fortement sortent encore ternes et couverts d'un voile gris, principalement lorsqu'on se sert d'une dissolution alliée de cuivre, mais c'est là un léger inconvénient, parce qu'on enlève facilement cette teinte désagréable à l'œil, en avivant, si les objets sont polis, comme boîtes de montres, orfévrerie, etc., avec une peau souple recouverte de rouge anglais ou de tripoli lavé, ou avec un gratte-boesse en fil de laiton très-fin pour ne pas rayer.

Pour passer au mat les objets dorés, on indique généralement la mise en couleur ordinaire, c'est-à-dire un mélange des sels suivants :

Nitrate de potasse (salpêtre).	40 parties.
Sulfate d'alumine (alun).	25
Chlorure de sodium (sel de cuisine).	35

On peut aussi prendre les équivalents d'acide de ces sels, les bases ne jouant aucun rôle je crois. Maïs probablement ceux qui indiquent cette recette, pour mettre en couleur la dorure, ne l'ont jamais essayée, car ils s'abstiendraient également de la recommander, puisqu'elle ne produit aucun effet sur la dorure galvanique; voici pourquoi.

Généralement dans la dorure galvanique, on applique l'or à 1000/1000, ou l'or fin, qui est inaltérable au feu, et par conséquent comme il ne s'y oxyde pas, il n'y a point d'oxyde à dissoudre dans les acides de ces sels, puisque cette dorure est sans alliage. Ainsi la mise en couleur ou le passage au mat ne peut être utile que pour les dorures fortement alliées au cuivre ou pour l'or à 750/1000 et au-dessous, puisque les dits sels ou acides n'ont d'autre action ici que de dissoudre les métaux attaquables par eux, et de mettre l'or fin à nu à la surface de l'objet. Du reste ce procédé ne peut servir pour les mouvements d'horlogerie, parce qu'on ne veut point de mat, mais bien un grainage brillant : en outre, la dorure galvanique faite lentement dans un bain riche présente le mat des pendules à la deuxième ou troisième immersion, si l'on a soin d'aviver chaque fois.

Dorure galvanique des mouvements d'horlogerie.

Les fabricants d'horlogerie remettent ordinairement au *doreur* les pièces à dorer bien adoucies, sans aucun trait;

or comme cet adoucissage se fait avec une pierre noire d'un grain doux et de l'eau de savon, et quelquefois avec cette pierre et de l'huile, il est prudent, de la part du doreur, de leur donner un bouillon dans une eau de soude pour les dégraisser, sans quoi il s'expose d'abord à ce que le décapage (qui ne dissout pas les corps gras) n'avive pas le laiton ; ensuite à ce que le grainage n'étant pas appliqué directement sur le laiton, mais sur la graisse, ne soit pas adhérent et s'enlève au gratte-boessage. D'ailleurs il s'exposerait aussi à avoir des taches vertes à la dorure par la combinaison de l'huile avec la potasse du cyanure. Après les avoir dégraissées, ces pièces sont passées dans un fil de cuivre ou de laiton, et on les décape en les agitant pendant deux ou trois secondes dans un mélange de 2 parties en poids d'acide sulfurique et 1 partie d'acide nitrique ; pour 1 kilogramme de décapage, on ajoute 5 grammes de sel de cuisine en poudre fine (1). Après que les pièces ont été décapées on pique toutes les pièces de six montres sur une plaque de liège bien plate au moyen de petites épingles à têtes coniques (fig. 1), de manière à ce que toutes les pièces se touchent en laissant le moins de vide possible, et soient à la même hauteur.

Il existe un autre moyen de fixer les pièces d'horlogerie de manière à ce qu'elles présentent une surface plate, sans avoir recours à une plaque de liège et des épingles, comme cela a été fait jusqu'ici ; je m'empresse de rendre public ce procédé découvert par moi depuis peu, à cause des grands avantages qu'il présente sur le premier ; en voici la description, après que les pièces ont été bien décapées, on les passe sur le fond d'un vase bien plan et dont les bords sont évasés, je prends pour cela une cuvette à brâmer, grandeur demi-plaque, mais les doreurs de profession pourraient encore rendre cette forme plus commode, en rendant le fond mobile, de manière à pouvoir l'enlever en poussant par dessous, comme on le voit figure 10 ; ce vase peut être en fer, et même en bois si l'on ne chauffe pas. Les pièces d'horlogerie doivent être posées de manière à ce qu'elles se touchent toutes ou à peu près, et le beau côté, celui qui doit être grainé, contre le fond, les pieds en dessus, ensuite on mouille le tout avec de l'eau, puis on applique dessus de la gutta-percha que l'on a préalablement rendue pâteuse, en la laissant quelques minutes

(1) On doit toujours éviter de mettre de l'eau dans le décapage, il faut au contraire prendre les acides du commerce les plus forts, quelquefois même j'ajoute un peu d'acide sulfurique fumant (*monohydraté*), quand il y a de l'eau dans le décapage le laiton est plus vite attaqué que par les acides concentrés.

dans l'eau bouillante. Il est bon de mouiller les mains avec de l'eau de savon, pour qu'en prenant la gutta-percha dans la forme, de manière à la faire pénétrer entre les pièces, elle ne s'attache pas aux doigts. Après une heure la gutta-percha est suffisamment refroidie et durcie pour être enlevée de la forme avec les pièces qui restent incrustées dedans, mais si l'on n'a pas le temps d'attendre une heure, on peut hâter le refroidissement en plongeant le tout dans un grand vase rempli d'eau froide.

De cette manière les pièces sont posées bien plus plates, bien plus régulièrement, bien plus promptement que sur le liége, il y a économie puisque la même gutta-percha peut servir indéfiniment, il y a encore l'avantage de ne pas enlever le grain sur les bords des pièces en gratte-boessant. Ce n'est que lorsqu'elles sont grainées et gratte-boessées qu'on les enlève très-facilement de la gutta au moyen d'une pointe ou lame en os ou en laiton pour ne pas les rayer; on les passe ensuite à la dorure.

Après ce travail préparatoire vient l'opération du grainage.

Ce grainage ne peut pas se faire par les acides, et en enlevant de la matière, sans nuire aux ajustements, qui demandent une grande précision, tandis qu'un grainage en creux par corrosion, fait paraître la dorure plus rouge à cause de la réflexion, comme cela arrive à l'intérieur des vases dorés qui paraissent plus haut en couleur qu'ils ne le sont réellement. D'autres causes encore ont fait rejeter ce mode de grainage.

C'est donc un grainage en relief et par application de métal, comme pour la dorure au feu, qu'il s'agit d'obtenir; on y parvient en opérant de la manière suivante.

Préparation de la poudre à grainer.

On fait dissoudre 30 grammes d'argent fin, ou même d'argent de monnaie à 900/1000, dans 120 grammes d'acide nitrique, on verse cette dissolution dans un grand vase contenant au moins 4 litres d'eau; plus la quantité d'eau est grande, plus la poudre est fine. On place le vase dans l'obscurité, on ajoute des lames de cuivre, et après vingt-quatre heures au moins, on décante le liquide; on ajoute de nouveau de l'eau pour laver la poudre, en laissant les lames de cuivre, et après l'avoir lavée deux ou trois fois, on la sépare en la roulant entre les doigts, on agite l'eau, et après quelques instants la plus grosse poudre est déposée, alors on décante la plus fine, qui est en suspension et qui se dépose à son tour, on désagrège de nouveau la grosse poudre, et ainsi de suite, *après cela on la sèche* et elle est prête à être employée.

On peut également précipiter l'argent par le sel de cuisine, et après que le chlorure d'argent s'est déposé, on enlève le liquide avec un siphon et on laisse le chlorure d'argent en contact avec des lames de zinc et de l'eau contenant 1/20 d'acide sulfurique, qui réduit le chlorure. Lorsque la poudre est complètement gris-métallique et qu'il ne reste plus de grains blancs de chlorure, l'opération est terminée. Cette poudre donne un grainage différent de l'autre ; beaucoup de doreurs, même dans de grands ateliers, ne font pas leur poudre et emploient celle que l'on appelle ici poudre de Paris, mais que l'on tire principalement d'Allemagne ; elle est très-belle, très-fine et blanche ; cette poudre se fabrique par un procédé mécanique en broyant de l'argent battu avec du miel ou autre substance ; c'est, du reste, la même fabrication que pour les poudres de bronze. Cette dernière poudre ne pouvant être faite par les doreurs, je n'ai pas à m'en occuper ici.

Application du grainage.

On prend en poids une partie de poudre d'argent, 12 parties de chlorure de sodium (sel de cuisine) très-sec, pilé et tamisé très-fin, 4 parties de crème de tartre (tartrate acide de potasse) également tamisée fin ; on mélange le tout exactement dans un mortier avec un pilon de bois, en évitant l'emploi de mortiers de porcelaine et autres corps durs qui aplatiraient en paillettes les molécules d'argent qui doivent s'appliquer à l'état spongieux pour avoir un beau grain facile à brillanter.

Lorsque le mélange est intime, on ajoute de l'eau de manière à former une pâte claire, on prend une brosse faite spécialement pour cet usage, fig. 3. Cette brosse est ovale, de la grandeur d'une brosse pour habits, mais beaucoup plus serrée, et les soies un peu plus fines. Avant de s'en servir il est bon de la laver à l'eau de soude, et après l'avoir imprégnée avec cette pâte, on frotte les pièces piquées sur la plaque de liége en tournant cette dernière ou bien la brosse, afin de croiser les traits et de faire un grain rond ; car en frottant toujours dans le même sens on aurait un grain allongé. Plus on frotte longtemps, plus le grain est gros, une à deux minutes suffisent ; mais si on poursuit trop longtemps, tous les grains finissent par se toucher, et on a une surface plane sans grainage, mais avec des creux ; alors il faut limer l'argent appliqué, adoucir et recommencer. Cela n'arrive toutefois qu'à défaut d'expérience, car avec l'habitude, on sent au mordant de la brosse quand le grain est bon. Il faut égale-

ment avoir l'attention de faire un grain égal partout, autrement on graine plus au centre que sur les bords.

Les proportions de sel et de crème de tartre indiquées peuvent être variées à volonté pour arriver au but quand on connaîtra l'action particulière de ces sels que nous allons indiquer. Plus on ajoute de crème de tartre, plus le grain est fin et serré, mais aussi plus il est dur et difficile à brillanter avec le gratte-boesse. Si l'on demandait des dorures mates, on y arriverait parfaitement en mettant pour une partie d'argent, 8 de sel de cuisine et 8 de crème de tartre ; plus on ajoute de sel, plus le grain est gros planté, rare, spongieux et facile à polir en l'écrouissant avec le gratte-boesse. Plus on ajoute d'argent en proportion des sels, plus le grainage se fait promptement. En suivant ces instructions, le doreur est parfaitement maître du procédé et peut, à coup sûr, arriver au but qu'il cherche et varier ses effets selon le caprice du fabricant pour lequel il travaille.

Du gratte-boessage.

Le gratte-boessage se fait avec un instrument ayant la forme d'un pinceau, que l'on nomme gratte-boesse, fig. 4 ; il est, comme je l'ai dit, en fils de laiton très-fin (1). Mais comme la fabrique livre les fils écrouis, ils seraient trop durs sous cet état et rayeraient la dorure ; il faut donc leur donner un faible recuit, seulement pour leur faire perdre un peu d'élasticité. Il est difficile d'arriver juste au point désirable en les laissant entourés de charbon incandescent pendant deux ou trois minutes, mais voici un moyen facile et qui ne manque jamais, c'est de les mettre au milieu d'une bonne poignée de paille à laquelle on met ensuite le feu. Lorsqu'elle est complètement brûlée, on plonge le gratte-boesse dans l'eau froide, et il a juste le recuit convenable. On scie le bout, qu'on lime ensuite bien plan, on le détache plus ou moins en déroulant le gros fil; puis on l'attache à un roseau fendu en deux. Pour brillanter le grain, on le détache de 12 à 14 millimètres, et pour la dorure d'environ 25 à 28 millimètres; on le passe souvent sur une râpe à sucre pour le démêler, on coupe les fils qui excèdent les autres, parce qu'ils feraient des traits.

Plusieurs liquides peuvent servir pour cette opération du gratte-boessage ; les traités de cet art indiquent généralement le vinaigre, mais son odeur forte peut incommoder les ouvriers ; on indique encore une infusion de bois de réglisse.

(1) *Comme il y a plusieurs numéros*, on devra prendre le plus fin.

Chez nous on se sert, depuis plus de trente ans, d'une infusion de marrons d'Inde ou amers, il faut qu'ils soient tenus en état de macération au moins cinq jours avant de se servir de l'eau, autrement elle n'est pas mousseuse.

La récolte ayant été mauvaise il y a quelques années, j'ai indiqué l'emploi d'une infusion de racines de saponaire, que beaucoup de doreurs emploient encore préférablement à toute autre liqueur.

Lorsque les pièces sont suffisamment brillantes, on les enlève du liège, on les passe à l'eau froide et on les dore après les avoir enfilées sur les rayons d'une étoile, de manière à ce que les pièces ne se touchent pas dans le bain.

Du dorage à la pile et à la température atmosphérique.

C'est pour cette partie qu'il serait à désirer que l'ouvrier eût quelques connaissances de physique et de chimie pour franchir facilement les obstacles qui se présentent à chaque instant, et vaincre les difficultés sans tâtonnement; il est vrai qu'il en évite beaucoup par la grande habitude, mais aussi quelquefois il travaille des journées entières sans pouvoir réussir ; il serait impossible d'indiquer le moyen de parer à chaque difficulté, à chaque insuccès ; il faudrait un volume, mais je crois qu'il suffit d'indiquer les causes principales d'erreurs pour que l'on puisse, avec un peu d'intelligence, rentrer dans les conditions d'un bon travail.

1° On a une dorure brune ou noire lorsqu'il y a une trop grande intensité d'électricité; c'est ce qui arrive dans les bains épuisés qui opposent moins de résistance au courant. On doit alors diminuer le nombre des couples.

2° Les objets ne se dorent pas ou les objets dorés se dédorent lorsqu'il n'y a pas assez d'intensité, ce qui arrive dans les bains neufs qui ne sont pas électrolisés et partant mauvais conducteurs ; le courant est refoulé dans les couples, où il éprouve moins de résistance au passage que dans le bain. J'ai vu quelquefois le courant se renverser, le positif devenir négatif et le négatif jouer le rôle positif, de manière que les objets attachés au zinc de la pile étaient attaqués, et que l'anode se chargeait de métal; dans ce cas on augmente le nombre des couples, et dans un bain neuf on diminue le nombre des pièces à dorer jusqu'à ce que le bain soit électrolisé.

3° La dorure est terne, de mauvaise couleur et peu adhérente par une trop grande quantité d'électricité ; on y remédie : 1° en diminuant les liquides dans les vases ; 2° en plongeant moins l'anode dans le bain ; 3° en mettant plus

de surfaces à dorer ; 4° enfin en prenant de plus petits couples. Je me suis efforcé, dans les cours publics de chimie industrielle que je professe, de faire comprendre aux doreurs la différence qui existe entre la quantité et l'intensité de l'électrité, mais sans y être parvenu ; généralement ils croient qu'il est égal d'employer quatre grands couples ou huit petits, aussi ceux qui emploient un petit nombre de grands couples s'exposent à de grandes variations dans la marche des piles, et à compromettre la beauté de leur travail, en rejetant la faute sur le temps, l'air, les brouillards, etc.

Il arrive encore quelquefois, lorsqu'on emploie un bain neuf et préparé depuis peu de temps, que l'on ne peut pas absolument s'en servir pour dorer, même en laissant les objets six à huit heures et quelle que soit l'intensité de la pile. Il est curieux de voir l'oxygène se dégager sur l'anode et l'hydrogène sur le catode (1) sans qu'ils éprouvent de changement et sans que l'or soit réduit ; j'ai été appelé plusieurs fois chez les doreurs pour vérifier le fait, qu'ils ne savaient à quoi attribuer, ayant préparé leurs bains toujours de la même manière. En résumé, on n'a pas encore reconnu la cause de cet état particulier du bain, mais on connaît le moyen de le ramener à l'état normal, c'est-à-dire dans les conditions voulues pour lui faire donner une belle dorure.

Il faut, pour cela, électroliser le bain en opérant de la manière suivante. On attache au zinc de la pile un conducteur en cuivre rouge suffisamment long pour qu'il forme une bague de la grandeur du vase contenant le bain, ou une bague plus petite ; on le descend au fond de ce bain et on fait plonger légèrement l'anode, alors le fil conducteur se dorera, et après une demi-heure on pourra suspendre une ou plusieurs pièces à dorer présentant ensemble la surface d'une pièce de 5 francs, puis lorsqu'elles seront dorées on pourra introduire de plus grands objets, car alors le bain sera électrolisé.

La figure 5 représente cette disposition des conducteurs.

Des couleurs d'or.

Le même bain peut donner une série variée de couleurs suivant la quantité d'électricité. Plus cette quantité est grande

(1) Le catode est l'objet à dorer, celui qui se couvre de métal et qui communique au pôle zinc de la pile.

L'anode est la lame d'or soluble en communication avec l'autre pôle. Lorsque les bains sont devenus pauvres et ne donnent plus une belle couleur, on peut, au lieu de les renforcer avec du bain neuf concentré, les épuiser entièrement en remplaçant l'anode soluble par un anode insoluble en platine. On parvient par ce moyen à épuiser *presque entièrement le bain.*

relativement à la surface à dorer, plus la dorure est rouge; si le bain est allié à l'argent on n'obtient pas deux fois de suite la même couleur, parce que l'argent se précipite plus facilément que l'or, et il arrive un moment où le bain ne contient plus d'argent; aussi pour faire des dorures pâles faut-il de temps en temps ajouter du bain d'argent, mais en très-petite quantité, parce qu'il y est très-sensible.

La quantité d'argent à ajouter varie de 1/24 à 1/12 du poids de l'or. Avec 1/24 la dorure est déjà pâle, mais si on ajoute 1/12, alors on a l'or vert. En augmentant encore l'argent, on aurait de l'argenture sur les premières pièces trempées.

Pour obtenir une dorure plus rouge que l'or pur, je n'engage pas les doreurs à ajouter du bain de cuivre parce qu'alors on a une dorure brune terne ressemblant à du bronze; il est infiniment préférable de cuivrer l'objet préalablement et de le dorer ensuite avec une grande pile galvanique et si la couleur n'est pas assez haute, de la passer en cire. On peut choisir des recettes dans le *Manuel du bijoutier* de l'*Encyclopédie-Roret*, pour les différentes compositions de cire à dorer. Il ne faut pas oublier qu'un bain qui a servi et qui est épuisé d'or, donne une dorure plus rouge qu'un bain neuf. La dorure sera encore d'autant plus rouge que le bain sera plus étendu d'eau.

Manière d'opérer.

On chauffe la pièce, on la couvre de cire, et on chauffe de nouveau jusqu'à ce que la cire prenne feu, on la laisse quelques instants dans l'essence de térébenthine pour dissoudre la cire et on gratte-boesse. Comme on le verra par la recette ci-après, c'est une couche mince de cuivre qui est réduit et précipité sur l'objet qui lui donne une couleur rouge. On fait des cires vertes en remplaçant l'acétate et le sulfate de cuivre par le sulfate de zinc ou le nitrate d'argent.

Composition de cire à dorer.

Cire jaune..	120 grammes.
Vert-de-gris (acétate neutre de cuivre)..	30
Sulfate de cuivre..	30
Alun et bol d'Arménie, chacun. .	30

On fait fondre le tout ensemble pour en faire des bâtons.

La mise en couleur au moyen des cires peut servir pour l'orfévrerie et la fausse bijouterie, mais nullement pour l'hor-

logerie où on ne peut pas chauffer les pièces sans nuire aux qualités d'une montre, aussi pour ces dernières se contente-t-on de la mise en couleur par les bains. Ayant, comme je l'ai dit, essayé un grand nombre de bains d'or indiqués dans différents ouvrages, j'en donne ici la formule afin de pouvoir indiquer ensuite à l'ouvrier les avantages et les inconvénients de chacun d'eux et qu'il voie au premier coup d'œil celui qu'il doit préférer.

Des dissolutions d'or.

Je commence par donner la dissolution la plus parfaite pour l'horlogerie, celle qui a prévalu, chez nous, sur toutes les autres, j'en indiquerai ensuite les raisons.

On lamine un ducat, on le recuit pour brûler la graisse, on le dissout dans 30 grammes d'eau régale (acide hydrochloronitrique) composée de 3 parties en poids d'acide chlorhydrique et 2 parties d'acide azotique. Quand l'or est dissous dans un matras, soit à froid, soit à l'aide de la chaleur, on laisse reposer quelques minutes et on décante ensuite le liquide dans une capsule de porcelaine en laissant au fond du matras la poudre blanche de chlorure d'argent, on évapore lentement en évitant l'ébullition qui projette toujours des gouttes de dissolution hors de la capsule, et on reconnaît que l'évaporation a été portée à un degré suffisant lorsque la liqueur a pris une couleur rouge et ne dégage plus de vapeur. En laissant refroidir, le chlorure d'or cristallise.

Quel que soit le genre de dissolution que l'on veuille faire, l'opération est la même jusqu'ici, parce que c'est toujours le chlorure d'or que l'on convertit en un autre sel, ou en oxyde d'or.

No 1. *Dissolution par l'ammoniure d'or.*

On dissout le chlorure d'or provenant d'un ducat dans 2 décilitres d'eau (1), on ajoute environ 30 grammes d'ammoniaque liquide en remuant avec un tube de verre et il se forme un précipité d'ammoniure d'or, qui est fulminant lorsqu'il est sec. C'est pourquoi on jette le tout sur un filtre et on lave le précipité jusqu'à ce que l'eau qui passe n'ait plus la moindre saveur salée (2) ; on plonge alors le filtre contenant le pré-

(1) Si l'on peut se procurer facilement de l'eau distillée on doit la préférer, autrement on prendra de l'eau de fontaine, mais on doit éviter de prendre l'eau provenant des toits; elle tient une plus grande quantité de sels en dissolution, et même des matières animales.

(2) *L'eau qui a filtré* tient encore de l'or en dissolution ; on la met en ébullition

cipité encore humide dans une capsule de porcelaine contenant une solution de cyanure de potassium dans l'eau, dans la proportion de 10 grammes pour un ducat, soit environ 3 fois le poids de l'or. Cette quantité est suffisante pour dissoudre l'ammoniure et je n'ai jamais reconnu l'utilité d'un excès allant jusqu'à dix fois le poids de l'or, comme l'indiquent quelques auteurs. Cet excès produit un dégagement de cyanogène ou d'acide cyanhydrique, puis une formation de carbonate de potasse dans le bain, sel qui, toutefois, est sans influence (1), on tient le tout en ébullition avec 1/2 litre d'eau distillée (qu'on remplace à mesure qu'elle s'évapore), pendant quinze minutes ou enfin jusqu'à ce que le bain ait perdu complètement l'odeur ammoniacale pour prendre celle de potasse; alors on retire le bain du feu, on le filtre et il est prêt à servir. On peut l'étendre plus ou moins. Avec un ducat on peut faire depuis 1/2 litre de bain jusqu'à 1 1/2 litre; les couleurs sont plus éclatantes avec un bain concentré, mais il faut un courant plus intense.

N° 2. *Dissolution par le cyanure d'or*.

Dans une dissolution un peu concentrée de chlorure d'or on ajoute du cyanure de potassium et il se forme un précipité de cyanure d'or qu'on lave sur le filtre, comme l'ammoniure, pour le dissoudre ensuite dans le cyanure de potassium; mais si en précipitant l'or par le cyanure on ajoute trop de ce dernier, l'or se redissout. C'est pourquoi il est prudent de laisser en réserve un peu de chlorure d'or dissous dont on ajoute quelques gouttes aux eaux de filtration. S'il se forme un précipité, c'est parce que l'on a ajouté trop de cyanure; si au contraire le cyanure forme un précipité dans les eaux de lavage, c'est qu'il n'était pas en quantité suffisante pour précipiter la totalité de l'or. Mais il est impossible d'indiquer des proportions, même approximativement, parce que les cyanures du commerce sont quelquefois fraudés au point de contenir jusqu'à 40 pour 100 de carbonate de potasse; c'est ce cyanure d'or bien lavé sur un filtre que l'on dissout dans l'eau distillée contenant trois fois le poids de l'or de cyanure de potassium. Cette dissolution vaut la précédente; si ce n'était des tâtonnements dans la préparation, on la préfére-

dix minutes pour dégager l'ammoniaque et il se précipite encore de l'ammoniure d'or.

(1) On peut s'assurer de la pureté du cyanure en versant dans sa dissolution du nitrate d'argent qui précipite en poudre noire d'oxyde d'argent quand il y a de la potasse libre.

rait. On pourrait préparer le cyanure d'or d'une autre manière, mais peu pratique pour les doreurs, on ne doit pas jeter les eaux de lavage qui contiennent encore de l'or.

N° 3. *Dissolution par l'oxyde d'or.*

On étend d'un peu d'eau le chlorure d'or obtenu d'un ducat, on ajoute 30 grammes de magnésie fraichement calcinée et en pâte claire avec de l'eau. On chauffe le tout dans une grande capsule de porcelaine, on tient en ébullition pendant quinze à vingt minutes, on jette le tout sur un filtre, on lave, on dissout la magnésie dans 250 grammes d'acide azotique pur (si l'acide azotique contenait de l'acide chlorhydrique comme cela arrive généralement dans l'acide du commerce, il y aurait de l'or en dissolution) étendu de 5 fois son poids d'eau et à l'aide de la chaleur; il reste au fond de la capsule l'oxyde d'or que l'on dissout dans les proportions de cyanure de potassium indiquées ci-dessus pour les dissolutions précédentes, après l'avoir bien lavé sur un filtre.

Cette dissolution ne présente aucun avantage sur les précédentes relativement aux résultats qu'elle fournit; ses désavantages, au contraire, méritent d'être pris en considération : 1° il est difficile à un ouvrier de se procurer et de reconnaître la magnésie fraichement calcinée et l'acide azotique privé de chlore et de nitrate d'argent si on l'a ajouté en excès pour s'emparer du chlore; 2° malgré l'emploi d'agents chimiquement purs on a toujours une quantité notable d'or en dissolution dans l'acide et les premières eaux de lavage; 3° ce procédé est long, difficile et coûteux.

N° 4. *Dissolution par le chlorure d'or.*

La dissolution du chlorure d'or peut se faire directement dans le cyanure de potassium; il se forme alors un peu de chlorure de potassium qui reste en dissolution. Ce procédé, qui est le plus simple, peut servir pour des amateurs, mais pas pour des doreurs de profession, parce que les pièces les plus près de l'anode prennent une dorure plus forte et plus foncée que celles les plus éloignées; puis lorsque le bain s'épuise, il produit sur les objets des taches que l'on ne peut pas faire disparaître au nettoyage; le ton de cette dorure n'est pas aussi beau qu'avec les dissolutions précédentes.

Tous les bains indiqués jusqu'ici ne peuvent servir avantageusement que pour dorer à la température atmosphérique, parce qu'après les avoir chauffés même une seule fois de 60 à 80 degrés et doré à cette température on ne peut plus avoir de jolies dorures à froid. Nous avons quelques doreurs, dans

les grands ateliers principalement, qui chauffent leurs bains de 30 à 40 degrés, mais alors ils les préparent de la manière suivante.

N° 5. *Bain au prussiate jaune de potasse pour dorer à chaud.*

On décompose le chlorure d'or en ammoniure comme il est indiqué au bain n° 1, et après l'avoir lavé sur un filtre au lieu de le dissoudre dans le cyanure simple on met l'ammoniure d'un ducat dans une capsule contenant 1 litre d'eau distillée, 125 grammes de prussiate jaune de potasse et 30 grammes de potasse caustique (on peut remplacer la potasse par le carbonate de potasse pur), on fait bouillir pendant vingt minutes, et le bain est prêt à servir.

Quelques doreurs font digérer pendant douze heures à froid l'ammoniure de potasse et ajoutent le prussiate au moment de l'ébullition, je ne sais trop pourquoi, ne trouvant aucune différence dans les résultats. Je dois dire qu'après la filtration le bain est jaune et qu'il reste sur le filtre une pâte rouge brun d'oxyde de fer que des ouvriers peu expérimentés pourraient prendre pour de l'or précipité. Ce bain donne une dorure très-belle, très-éclatante, d'un ton chaud principalement pour les rouges, mais il perd ses avantages quand on veut y ajouter de l'argent pour obtenir les ors verts. On le chauffe de 30° à 60° C. et plus.

N° 6. *Dorure à la plaque.*

Cette dénomination est peu scientifique; si je l'emploie c'est parce qu'elle est généralement reçue dans la fabrique d'horlogerie. Cette dorure tient le milieu entre la dorure galvanique par la pile et la dorure au trempé. Voici en quoi elle consiste :

La dissolution est celle n° 1, à laquelle on ajoute 30 grammes de cyanure de potassium pour un ducat, et au lieu d'une pile on se contente tout bonnement de mettre dans le bain une feuille épaisse de zinc carrée et fendue comme en A A dans la figure 6, et portant une forte tringle en cuivre recourbée comme dans la figure 7 où l'on voit la plaque de profil et disposée dans le bain de manière que la partie D est immergée dans le bain, tandis que les deux parties étroites A, A servent à l'accrocher au vase et se trouvent en dehors. La dorure se fait très-promptement de cette manière et d'autant plus vite qu'il y a une plus grande surface de zinc en contact avec le liquide. Le zinc est attaqué et dissous par l'excès de cyanure que contient le bain ; il y a un équivalent

d'or réduit et appliqué pour 1 équivalent de zinc dissous, et il arrive sur la fin que l'on a une dissolution de zinc au lieu d'une dissolution d'or.

Ainsi, au lieu de se servir d'une pile indépendante, on forme un couple dans le bain même au moyen de la lame de zinc portant un gros fil de cuivre auquel on attache les pièces à dorer, ce qui constitue un diminutif ou, pour parler plus exactement, une modification de l'appareil simple à membrane de baudruche qui est le premier appareil qui ait été employé et par conséquent le moins avantageux, le moins parfait. C'est suivant moi, reculer au delà du point de départ, et je doute que l'on continue à se servir d'une lame de zinc au lieu d'une pile. Même en enfermant le zinc dans une vessie avec de l'eau salée pour éviter le dépôt d'or sur le zinc et la dissolution du zinc dans le bain, ce sera toujours un mauvais procédé qui n'aura jamais la sanction de la pratique.

Ce procédé est le plus mauvais que je connaisse, tant sous le rapport de la beauté, de la solidité, de la belle facture que sous celui de la santé et de l'économie : 1° la plaque de zinc se dore et épuise promptement le bain ; 2° après deux ou trois jours on a de vilaines couleurs d'or ; 3° la dorure est si peu adhérente qu'elle ne supporte pas même le brunissage sur le laiton, et encore moins sur l'argentan, où un léger frottement enlève la pellicule d'or ; 4° le dégagement continuel et considérable d'acide cyanhydrique provoque de violents maux de tête et des ophthalmies à rendre aveugle. Aussi ce système n'est employé dans la fabrique que par de profonds ignorants qui n'ont aucune notion de l'art qu'ils gâchent, trop paresseux pour nettoyer et entretenir une pile qu'ils ne savent pas même monter, ils préfèrent celui-là, aussi ne font-ils que les qualités très-inférieures; j'espère qu'un jour viendra où l'on bannira des ateliers cette méthode défectueuse sous tous les rapports.

Si cependant un amateur voulait dorer ou argenter quelques pièces sans faire les frais d'une pile il pourrait employer ce moyen, ou mieux encore prendre le bain d'or ou d'argent sans excès de cyanure dans lequel on plonge un vase poreux contenant un zinc et une dissolution très-forte de cyanure de potassium au lieu d'acide sulfurique étendu d'eau, on attache les pièces à dorer au conducteur soudé au zinc. En se servant d'acide sulfurique ou de solution de sel de cuisine pour exciter le zinc, ce liquide en filtrant à travers le vase poreux et se mêlant au bain d'or l'altère, au lieu que la dissolution de cyanure n'a aucune influence nuisible et si l'on voulait encore plus d'électricité on peut ajouter quelques gouttes d'acide cyanhydrique.

N° 7. *Dorure au trempé.*

Quoique la dorure au trempé ne soit pas en usage chez nous, je mentionnerai en passant les résultats des quelques expériences que j'ai vu faire et que j'ai faites.

On prend 1 partie d'or, 60 de bicarbonate de potasse et 200 d'eau. On fait dissoudre la moitié du bicarbonate de potasse dans un vase en fer doré, on jette par portion l'autre moitié dans une capsule avec le chlorure d'or étendu; quand l'effervescence est passée, on jette le contenu de la capsule dans le vase doré, on tient en ébullition pendant deux heures, on remplace l'eau qui s'évapore, on laisse reposer, on décante, on met à part le dépôt, on remet la dissolution claire dans le vase, on fait bouillir et on plonge les objets bien décapés dans ce bain bouillant. Quand le bain s'épuise on peut ajouter très-peu de nitrate d'argent. Quelques doreurs prétendent qu'en ajoutant des substances organiques, telles qu'acide oxalique, oxalate de potasse, etc., la dorure vient mieux. J'ai constaté que la dorure ne vient pas du tout s'il n'y a pas deux métaux en contact, soit que les objets en laiton aient des soudures de plomb ou étain, soit qu'ils soient tenus dans le bain par des fils de fer, zinc, plomb, etc., soit enfin que le fil métallique soit en contact avec le vase en fer en le posant sur le bord, ainsi que l'a prouvé M. Barral (V. *le Technologiste*, octobre 1846). Or, je demande s'il y a avantage à se servir d'un fil de plomb ou de zinc au lieu d'une pile? La dorure au fil ou au trempé vaut la dorure à la plaque, moins le dégagement cyanhydrique.

Il y aurait encore beaucoup d'autres bains, mais comme ils présentent peu d'intérêt, qu'ils donnent de moindres résultats que les précédents, je terminerai la série par ceux de MM. Roseleur et Lanaux que j'ai copiés à l'école de Pharmacie au cours de M. Soubeiran, et à l'école de Médecine au cours de M. Orfila le 1er février 1847, lorsque je suivais ces cours. Pour ne pas revenir sur ce procédé, je le donne ici d'un bout à l'autre.

Dorure et argenture de MM. Roseleur *et* Lanaux.

1° On recuit les pièces et on les déroche dans l'eau contenant 1/14 acide sulfurique qui dissout le bioxyde de cuivre.

2° On les passe, si elles sont en cuivre ou en laiton, à l'acide nitrique pur qui fait passer le protoxyde à l'état de bioxyde (c'est ce qu'on appelle noircir).

3° On décape dans le mélange suivant : acide nitrique, 1,000 ; suie, 10 ; sel marin, 10 ;

4° Après ce décapage, si l'on veut une dorure brillante, on fait dans une capsule de porcelaine, le mélange suivant : acide sulfurique, 2 litres ; acide nitrique, 1 litre ; sel marin, 10 grammes.

5° Pour le mat on prend : acide sulfurique, 1 litre ; acide nitrique, 2 litres ; sel marin, 10 grammes ;

6° En sortant du décapage et avant de dorer on plonge les pièces dans : eau 6 litres, nitrate de mercure 3 grammes, on lave et on plonge immédiatement dans le bain d'or.

Si les pièces à dorer sont en argent, on les chauffe jusqu'à ce qu'elles prennent une teinte jaune, on les passe au dérochage n° 1 et on les gratte-boesse.

Dorure par la pile.

Roseleur et Lanaux.

Eau.	5 litres.
Phosphate de soude.	375 grammes.
Chlorure d'or.	5 —
Sulfite neutre de soude.	25 —

On met préalablement le phosphate avec le chlorure d'or.

Dorure par immersion.

Roseleur et Lanaux.

Pyrophosphate de soude.	400 grammes.
Chlorure d'or neutre.	5
Eau.	5 litres.

On dore dans la dissolution bouillante.

Bain d'argent à la pile.

Roseleur et Lanaux.

Eau.	1 litre.
Sulfite neutre de soude.	100 grammes.
Carbonate d'argent.	26

Bain d'argent trempé.

Roseleur et Lanaux.

Eau.	1 litre.
Bisulfite de soude (sulfite acide). .	1,000 grammes.
Carbonate d'argent.	100 —

Après avoir vu les beaux résultats obtenus dans les cours

publics, j'ai répété ces expériences, mais sans réussir à donner une belle dorure; alors j'allai trouver MM. Roseleur et Lanaux auxquels je fis part de mes insuccès, ils me répondirent qu'il fallait un pyrophosphate de soude préparé d'une manière particulière. En effet, je reconnus plus tard que pour réussir, le pyrophosphate de soude devait contenir du cyanure de potassium en quantité au moins suffisante pour dissoudre le chlorure d'or : alors je demande à quoi sert le pyrophosphate s'il ne peut pas seul donner une *belle* dorure?

Si l'on veut avoir une forte dorure galvanique, il faut remettre les objets plusieurs fois après les avoir gratte-boessés, car il serait inutile de les laisser plus longtemps dans le bain une fois qu'ils sont couverts d'une couche brune et terne, l'or qui se dépose ensuite n'est plus adhérent et tombe en poudre fine au gratte-boessage.

Il faut que toutes les pièces qui doivent être réunies soient ensemble dans le bain d'or et, autant que possible, à la même distance de l'anode : autrement elles n'auraient pas la même couleur, principalement avec les bains nos 4 et 6.

Je dois maintenant récapituler les opérations successives, après que les pièces sont bien adoucies :

1° Les faire bouillir dans une eau de soude pour les dégraisser; mais s'il y a des parties d'acier attachées aux pièces de laiton, on remplace la soude par l'alcool (esprit-de-vin,) la soude noircirait l'acier;

2° Décaper dans le mélange indiqué page 125. La durée de l'immersion ne doit pas dépasser trois secondes; on lave à grande eau en secouant continuellement les pièces dans le décapage et dans l'eau : on sèche à la sciure de sapin chaude si on ne veut pas piquer et grainer de suite. Les doreurs sont en général très-négligents avec leur décapage, qu'ils se contentent de mal couvrir dans des vases à large ouverture; or l'acide sulfurique absorbe l'eau de l'atmosphère, et du moment où il contient une quantité notable d'eau son action devient très-énergique, au point qu'il attaque et creuse le laiton, et s'il y a des pieds, bouchons, ou autres pièces rapportées elles se montrent après le décapage; aussi je recommande d'employer des acides concentrés et d'éviter d'introduire de l'eau;

3° Piquer les pièces sur une plaque de liège ou les fixer dans la gutta-percha et les grainer avec la brosse et pâte d'argent;

4° Gratte-boesser jusqu'à ce que le grain soit très-brillant;

5° Dorer;

6° Gratte-boesser.

Dorages gravés avec reliefs polis.

Lorsque les gravures sont faites et les reliefs bien adoucis, on décape comme précédemment. On dore à la pile, on gratte-boesse, on répète encore la dorure une ou deux fois, on met en couleur par le bain. On lapide les reliefs comme les fonds de boîtes de montre, on éclaircit avec la peau de chevreau et du rouge à polir sec. On peut remplacer le lapidage en brunissant comme pour les roues polies avec un brunissoir plan en acier.

Dorage avec gravures dorées et reliefs argent mat.

On dore comme précédemment, mais moins fortement si l'on veut, on couvre de gomme laque en chauffant la pièce, on lime la gomme laque pour découvrir les reliefs et on graine à la brosse en se conformant au principe indiqué au commencement de ce mémoire, c'est-à-dire que pour avoir un grain fin il faut mettre beaucoup de crème de tartre (tartrate acide de potasse) et peu de sel. Pour que l'argent s'applique très-blanc, il faut une pâte épaisse, riche en argent et fraîchement préparée. Ces conditions sont nécessaires : si le blanc n'était pas beau on ferait subir aux objets le blanchiment des cadrans d'argent indiqué plus loin.

On dissout la gomme laque dans l'alcool, et on a une gravure dorée avec les reliefs blanc mat. Ce genre est plus beau, plus fin et plus employé que le précédent, qui est cependant plus riche.

La bonne réussite d'une dorure, son aspect mat ou brillant, sa couleur, sa solidité, dépendent en partie des opérations préparatoires qu'elle a subies et qui ne sont pas les mêmes pour tous les métaux. Voici les plus générales.

Pour tout objet poli, de quelque métal qu'il soit, on ne le décape pas, mais on le lave à l'eau de savon et avec une brosse douce pour enlever les corps gras.

Décapage de l'acier.

Si c'est une pièce de fer ou d'acier bleuie, on la plonge dans l'eau acidulée par 1/15 d'acide sulfurique (comme pour l'argent) pour enlever le bleu, qui est une couche d'oxyde de fer soluble dans cet acide faible, et qui empêcherait l'adhérence de l'or. Pour que cette adhérence soit plus grande, il est bon de cuivrer préalablement l'acier dans un bain alcalin. Mais après avoir passé à l'eau acidulée il faut laver les

objets en fer ou acier dans une eau de potasse, pour neutraliser l'acide, autrement la rouille se mettrait entre l'acier et l'or.

Dorure mate.

Jusqu'ici les auteurs ont indiqué un assez grand nombre de dissolutions pour dorer mat; je les ai toutes essayées, mais sans obtenir le résultat annoncé, aussi j'ai maintenant la conviction que (comme le dit M. Becquerel) telles sont les surfaces en les plongeant dans une dissolution d'or, telles elles en sortent. Donc, si un objet est mat avant l'immersion il l'est après, et *vice versâ*. Les mats s'obtiennent de deux manières, soit mécaniquement, soit chimiquement (1) :

1° Mécaniquement, au moyen de petits instruments ou broches d'acier trempé, ayant sur le bout de petits points que l'on imprime sur le métal en frappant sur l'autre bout avec un petit marteau. On nomme cet instrument *frisoir* ou *mattoir;*

2° En remplaçant le frisoir par un cylindre de bois et un corps dur en poudre tel que pierre ponce, émeri ou corindon, etc. Cette poudre, en s'enfonçant dans le métal au moyen du tampon de bois sur lequel on frappe de petits coups de marteau, produit une espèce de mat;

3° Chimiquement, en corrodant par les acides ou par les sels acides. Ces derniers doivent être préférés pour matter le laiton, parce qu'ils donnent un mat égal partout, tandis que les acides attaquent davantage en certains endroits que dans d'autres. Un mélange qui réussit bien est le suivant :

Nitrate de potasse (salpêtre), 40; chlorure de sodium (sel de cuisine), 10; sulfate de cuivre, 10; eau, 30. On fond les sels dans l'eau; quand le mélange est bouillant, on y plonge les objets préalablement chauffés. S'il n'y a pas d'empêchements, si l'action est trop énergique, on diminue le salpêtre et on étend d'eau; si elle est trop lente, on ajoute de l'acide sulfurique avec précaution;

4° Par les acides en prenant acide nitrique, 1,000; acide sulfurique, 500; acide chlorhydrique, 250; nitrate de cuivre, 125; eau, 250;

5° Nitrate de mercure, 25; acide nitrique, 5; eau, 25 à 30. Lorsque les pièces sont bien blanchies, on les chauffe pour volatiliser le mercure, et après avoir gratte-boessé on voit un mat particulier; ce procédé est dangereux;

(1) Il est vrai qu'après 12 ou 24 heures que les objets ont séjourné dans le bain ils sont mats, mais alors la dorure est très-forte et le prix de vente serait trop élevé pour être livré dans le commerce.

6° Par application du grainage d'argent indiqué;
7° Enfin, le procédé qui me paraît bien supérieur aux précédents, consiste à cuivrer dans un bain de sulfate de cuivre acidulé par 1/20 acide sulfurique. En conduisant le courant convenablement, après deux heures on a un très-beau mat; en laissant plus longtemps, on a un mat plus gros. Ce procédé est d'une grande ressource pour décorer les épreuves galvanoplastiques obtenues dans des moules de gutta-percha, comme on le verra plus loin; je dois dire que ce dernier procédé donne un mat encore plus beau que celui de l'argent passé au blanchiment.

Blanchiment des cadrans d'argent.

On ajoute à 3 parties d'eau 1 partie d'acide sulfurique; on fait bouillir cette eau acidulée dans une capsule de porcelaine ou d'argent fin, on chauffe au rouge brun l'objet d'argent ou argenté, et lorsqu'il n'est plus rouge on le plonge dans cette eau bouillante, où on le laisse environ trente secondes, et d'où il sort très-blanc mat, on le lave à l'eau chaude et on le sèche dans une mouffle ou sur une lampe à alcool, ou mieux encore, on le plonge dans l'alcool pour enlever l'eau et on l'essuie dans un linge fin. Il arrive quelquefois qu'il reste des taches grises, alors on recommence l'opération.

Il faut tenir la pièce qu'on veut blanchir avec un fil de platine ou d'or, car autrement elle serait certainement tachée.

Si l'on dore un objet passé au blanc mat, comme ci-dessus dans le bain n° 5 chauffé à 40 ou 50° C., on a le beau mat doré, qu'on peut encore rehausser en brunissant quelques parties comme on le fait avec la dorure au feu. Si on laisse trop longtemps les pièces dans le bain elles se couvrent d'un dépôt brun; alors il faut gratte-boesser et recommencer. Au reste, la dorure n'en vient que plus belle et plus forte. Il faut un bain concentré et une petite quantité d'électricité; le courant doit toujours être moins intense pour la dorure à chaud que pour celle à froid; le bain froid n'étant pas aussi bon conducteur, il faut augmenter le *nombre* des couples.

J'ai cru devoir entrer dans des détails minutieux, et même m'exposer à des répétitions, parce qu'il arrive souvent que les meilleurs renseignements, les plus clairs, les plus détaillés ne suffisent pas à la plupart des ouvriers pour être mis en pratique, et qu'ils sont encore forcés de s'adresser à un artiste intelligent et manipulateur expérimenté pour réussir.

Voici un procédé de décoration que l'on a pendant quelque temps appliqué aux mouvements et aux cadrans de montres que je crois devoir décrire ici malgré son peu d'a-

nalogie avec la dorure galvanique. On l'appelle *peinture par les émaux à froid*, il consiste tout simplement à prendre des couleurs en poudre impalpable telles que carmin, cinabre, jaune de chrome, orpiment, bleu de Prusse, bleu Guimet, outre-mer, terre d'ombre, de Sienne, céruse, noir d'os, vert de Schweinfurt, etc. On les broie à l'essence de lavande vieille et épaisse, toutefois si elle est trop épaisse on l'éclaircit avec de l'essence de lavande fraîche, on commence par faire un fond blanc avec la céruse broyée à l'essence de lavande en couvrant seulement les parties du métal qui doivent être occupées par le dessin, lorsque cette couche est sèche on peint dessus, cette peinture est ensuite couverte lorsqu'elle est sèche, d'une couche de vernis damare qui imite le fondant, le glacé de l'émail. Cette imitation d'émail produit un très-bel effet, on imite aussi les émaux transparents en prenant des couleurs transparentes, les laques principalement.

Dorure des roues.

Les roues de montres sont ordinairement en laiton, et, jusqu'à ce jour, on s'est généralement contenté de les faire polir lorsque les montres sont finies. Mais le laiton étant un alliage oxydable il doit perdre bien vite son éclat, et les roues finissent toujours par devenir ternes et noires, ce qui est d'un effet désagréable dans une belle pièce d'horlogerie. Un autre inconvénient, c'est que le laiton, lorsqu'il est exposé à un frottement continu sur l'acier, use ce dernier métal ; on peut s'en convaincre en examinant les palettes ou levées en acier trempé d'une verge de montre qui a marché longtemps, on observera qu'elles sont creusées par les dents de rencontre en laiton. Nos ancêtres, qui étaient observateurs, savaient si bien cela qu'ils faisaient cette roue en or pour les montres d'un prix élevé, et il est certain que s'ils avaient connu le moyen que nous possédons aujourd'hui de dorer les roues sur les pignons, et à froid afin que les roues restent écrouies, ils se seraient emparés de cette découverte et l'auraient utilisée avec empressement.

Le frottement du laiton contre l'acier a encore le désavantage de gripper.

On dorait déjà les roues il y a bien des années, mais au mercure seulement et, par conséquent, au feu : alors le laiton, qui doit être bien écroui, se détendait, s'amollissait, se tourmentait au point de rendre la marche des montres défectueuse ; de plus, en chauffant pour volatiliser le mercure sur la roue, les pignons se détrempaient quelquefois, et au

lieu d'améliorer l'ouvrage on sacrifiait l'utile au coup-d'œil. Il eût mieux valu ne pas les dorer, aussi y avait-on renoncé. Mais aujourd'hui qu'on peut le faire avec tous les avantages, sans aucun inconvénient quelconque, les bons fabricants d'horlogerie s'empressent de mettre à profit cette découverte, et un jour viendra, je l'espère, où on fera dorer les roues de toutes les montres, soit avec grainage comme les mouvements, soit polies ; j'ai également vu avec plaisir depuis quelque temps des roues polies platinées qui imitent assez bien l'acier ; pour cela on prend le double chlorure de platine et de sodium neutre et une dissolution un peu concentrée.

Le procédé de la dorure des roues a été le but des recherches de nos doreurs, il était d'autant plus difficile à trouver que toutes les résines, tous les corps gras sont solubles dans le cyanure de potassium ou la potasse, et qu'en dissolvant ils laissent les pignons à découvert. Enfin, après bien des tâtonnements, des essais infructueux, je suis parvenu à trouver un moyen que j'ai perfectionné depuis, comme on va le voir.

Premier procédé. — S'il suffisait seulement de garantir les pignons de la dorure, un vernis peu soluble remplirait très-bien le but, mais comme il faut appliquer le grainage de la même manière que sur les mouvements, et que le frottement de la brosse aurait bientôt découvert les pignons qui seraient alors rongés par le sel et la crème de tartre et mis hors de service, il faut avoir recours à un corps dur capable de résister à ce frottement, et la première idée qu'on ait eue a été de les couvrir avec de petits tubes de verre ou de cuivre remplis de gomme laque contenant un quart de son poids de térébenthine ; si ces tubes résistent bien à la brosse ils prennent trop d'épaisseur et ne permettent pas de grainer et de dorer le centre de la roue. On y a renoncé pour adopter le procédé suivant.

Second procédé. — On se sert dans ce procédé d'un petit manche portant une virole en laiton entaillée, comme on le voit dans la fig. 8, on chauffe sur la lampe à alcool le bout de la virole et on le plonge dans un petit vase contenant de l'épargne n° 1, qui fond et entre dans la virole ; pendant que l'épargne est encore liquide on l'applique sur le pignon en tournant de manière à le couvrir parfaitement des deux côtés mais sans en remplir les creusures ; le tout se refroidit de suite. On passe alors toutes les roues dans un fil de cuivre et on les décape de la manière indiquée pour les mouvements, après les avoir séchées à la sciure, on les pique sur une plaque de liége bien plane, percée de trous régulièrement alignés assez grands et assez profonds pour contenir

les pignons : les deux épingles doivent être petites et coniques et placées comme on le voit dans la fig. 9. Toutes les roues sont piquées de cette manière, les plaques de liége doivent avoir au moins la grandeur de la main et porter de quarante à soixante trous. Lorsque les roues ont un grain de grosseur convenable, on lave la plaque pour enlever la pâte d'argent, et on gratte-boesse sans rien déranger, ensuite on ôte les roues et on enlève cette réserve dans l'huile d'olive que l'on chauffe ; on lave les roues à l'eau de savon, et, après les avoir essuyées, on pose avec un pinceau l'épargne n° 2, parce que la première ne résisterait pas bien au bain. Lorsque les roues sont suffisamment dorées, on dissout l'épargne n° 2 dans l'essence de térébenthine, que l'on chauffe avec la précaution d'avoir un couvercle près de soi pour couvrir le vase si l'essence prenait feu. Enfin les pignons se doreraient promptement à mesure que l'épargne ou réserve se dissout dans le bain d'or en l'altérant ; d'autres mastics, qui seraient moins solubles, ont l'inconvénient d'être difficiles à travailler, de mal couvrir ou d'attaquer l'acier.

Troisième procédé. — Si le procédé n° 2, qui est encore généralement employé, réussit très-bien, il a l'inconvénient d'être long parce qu'il faut appliquer et dissoudre deux épargnes; aussi, par un troisième et dernier, j'ai beaucoup simplifié l'opération, puisqu'il suffit d'appliquer la troisième épargne exactement comme le n° 1 et de la dissoudre également dans l'huile d'olive au moyen de la chaleur lorsque la dorure est complètement terminée, qu'elle résiste bien au bain d'or, même à une faible épaisseur, et qu'elle est la plus insoluble de toutes. De cette manière on peut faire une quantité double d'ouvrage. Voir ci-après Epargne n° 3.

Récapitulation. — 1° On lave les roues à l'alcool pour enlever les corps gras ; 2° on épargne les pignons; 3° on décape et on sèche à la sciure ; 4° on pique sur le liège ; 5° on graine ; 6° on gratte-boesse ; 7° on met les roues sur une étoile en fil de cuivre et on les dore ; 8° on dissout l'épargne dans l'huile d'olive chaude ; 9° on gratte-boesse ; 10° on les passe dans l'alcool et on les essuie avec un linge fin.

Épargne ou réserve n° 1.

Résine colophane.	2 parties.
Cire jaune.	1 —
Oxyde rouge de fer.	1 —

Épargne ou réserve n° 2.

Vernis copal très-siccatif.	9 parties.
Noir de fumée ou noir léger.	1 —

On broie finement le copal avec le noir sur une feuille de verre au moyen d'une petite spatule flexible en acier (couteau à palette) ou en os et on l'applique avec un pinceau en plume; s'il s'épaissit trop pour pouvoir être appliqué facilement on l'éclaircit avec l'essence de térébenthine.

La possibilité de produire des dorures de différentes couleurs et d'appliquer à volonté l'or, l'argent, le platine sur des endroits déterminés, à l'état mat ou brillant, permet d'établir de charmants ouvrages de damasquinerie. On peut faire sur les cadrans, les cuvettes, les boîtes, les mouvements de montres de véritables mosaïques en or et en platine ; c'est là que le talent de l'artiste, aidé par la richesse de la matière, peut produire les plus riches effets ; mais pour arriver à ces résultats il faut savoir modifier les moyens d'exécution suivant les effets qu'on veut produire. L'épargne nº 2 est très-avantageuse pour ces sortes d'ornementations.

Épargne ou réserve nº 3.

Résine colophane.	3	parties.
Cire jaune.	1	—
Oxyde rouge de fer.	1	—
Bétuline.	2 ou 3	—

Extraction de la bétuline.

On prend l'écorce extérieure du bouleau blanc, qu'on fait bouillir pendant quatre heures dans l'eau après l'avoir coupée par petits morceaux, puis on la sèche, pour la reprendre par l'alcool ; on la fait bouillir dans une cornue ou un matras muni d'un long tube recourbé qui passe dans l'eau froide pour condenser les vapeurs et l'on reçoit dans un flacon l'alcool qui distille pendant l'opération. Après une heure d'ébullition on prend l'écorce et l'alcool qui restent encore dans le matras, on filtre, on laisse cristalliser la bétuline dans le liquide qui a passé à travers le filtre, on évapore encore l'alcool après l'avoir décanté sur les cristaux pour en avoir de nouveaux.

La bétuline est, d'après les chimistes, la seule résine qui soit complètement insoluble dans les alcalis, mais comme elle ne pourrait pas être travaillée et appliquée seule, j'ai dû faire entrer d'autres corps dans l'épargne nº 3 qui réussit parfaitement.

Pour les ouvrages soignés, on remplace le grainage à l'argent par celui à l'or ; comme on ne trouve pas dans le commerce de la bonne poudre d'or, et que les fabricants ou marchands ont trop d'intérêt à la falsifier, j'engage les do-

reurs à la faire eux-mêmes par le procédé suivant sous le n° 2 qui est le plus simple. On l'applique à la brosse comme celui d'argent.

Préparation de la poudre d'or.

Procédé n° 1. On dissout l'or fin dans l'eau régale composée avec acide chlorhydrique 3, acide azotique 1 ; on évapore l'excès d'acide et on précipite par le sulfate de protoxyde de fer, on lave plusieurs fois le précipité à l'acide sulfurique étendu de quatre fois son poids d'eau, ensuite on lave à l'eau jusqu'à ce qu'elle ne rougisse plus le papier de tournesol ; on chauffe cette poudre au rouge très-obscur pour lui faire prendre sa couleur d'or.

N° 2. On dissout l'or comme au numéro précédent, on évapore à siccité dans une capsule de porcelaine un peu grande et en tournant de manière à ce que le chlorure d'or soit répandu en couche mince sur tout l'intérieur de la capsule, on continue à chauffer jusqu'à ce que tout le chlore soit dégagé et que l'or ait repris l'éclat métallique ; on ne doit pas s'arrêter à la couleur jaune serin qui succède à la couleur noire, mais bien pousser jusqu'au jaune métallique.

N° 3. Après avoir précipité par le sulfate de fer on lave, on introduit la poudre brune dans un tube de verre, qu'on chauffe à l'endroit où est déposée cette poudre et on fait pendant ce temps passer dans le tube un courant d'hydrogène. Cette poudre est plus spongieuse et s'applique plus facilement que les précédentes.

N° 4. On peut aussi préparer une bonne poudre d'or pour grainer en broyant des feuilles d'or battu avec du miel que l'on dissout ensuite dans l'eau chaude, mais cette poudre est longue à préparer et revient à un prix plus élevé que les poudres chimiques. Ordinairement on ajoute à la poudre d'or 1/20 de poudre d'argent. Voici les proportions de sels que l'on doit préférer :

Poudre d'or.	2	parties.
Sel de cuisine.	40	
Alun.	2	—
Crême de tartre.	8	—

Les sels, avant le mélange, doivent être passés à un fin tamis de soie, et après le mélange, il faut éviter de les broyer entre deux corps durs afin de ne pas mettre l'or en paillettes.

Dorure au pinceau électrique.

Cette dorure qui n'a je crois été décrite dans aucun ouvrage, et de laquelle j'ai eu l'idée en voyant un physicien prestidigitateur, M. Roberti, faire des dessins de différentes couleurs sur un mouchoir blanc mouillé avec du prussiate jaune de potasse ; ce mouchoir est étendu sur une plaque de laiton en communication avec le zinc d'une pile de Bunsen de 6 couples, mettant d'un autre côté le conducteur du charbon en communication avec une broche métallique que l'on passe sur le mouchoir où elle forme un dessin bleu si la broche est en fer, et rouge si elle est en cuivre. En partant de ce principe, si l'on met la pièce à décorer en communication avec le zinc d'une pile, et qu'au lieu d'une broche en fer on prenne une pointe en or ou un pinceau formé de la réunion de fins fils d'or que l'on trempe dans une dissolution d'or très-concentrée et fortement cyanurée, en passant cette liqueur sur les endroits que l'on veut dorer on voit de suite la dorure s'effectuer sur la pièce, mais on doit faire attention de toucher le moins possible la plaque avec le pinceau, qui doit comme on le comprend être en relation avec le pôle charbon de la pile, et du moment où les deux métaux se touchent il n'y a plus d'action sur le liquide.

J'ai encore modifié le procédé de la manière suivante : je pose la dissolution sur l'objet au moyen d'un pinceau ordinaire et avec une pointe d'or, je touche le liquide sans toucher la pièce à dorer et l'or se précipite. Dans certains cas on peut encore supprimer la pile et la remplacer par une pointe en zinc bien décapée qui en se dissolvant précipite l'or ; il est bon dans ce dernier cas d'ajouter à la dissolution d'or un peu d'acide cyanhydrique, mais celle d'argent marche très-bien sans cela, dans ce dernier cas c'est une petite modification de la dorure à la plaque décrite précédemment, qui peut avoir son utilité dans certaines occasions, soit pour dorer ou argenter une partie où l'or n'aurait pas pris, ou encore quand l'or aurait été enlevé par une cause quelconque, sans qu'il soit nécessaire de replonger toute la pièce. Mais voici dans quel cas je l'ai employé, j'avais à décorer une tabatière en argent avec un sujet gravé et ciselé, j'ai couvert les parties qui devaient rester blanches avec l'épargne nº 2, j'ai couvert de dissolution d'or rouge les parties qui devaient prendre cette couleur et j'ai touché le liquide avec la pointe métallique pendant environ 30 secondes ; après que la dorure a été faite, j'ai séché la place puis j'ai posé du bain *d'or vert dans* un autre endroit et j'ai suivi la même marche

que pour le platine, le cuivre, etc. Après que tout le dessin a été couvert de ces différents métaux, j'ai dissous l'épargne dans l'essence de térébenthine en chauffant et j'ai eu un dessin en ors de couleurs.

Une autre méthode de faire un dessin doré (mais d'une couleur d'or seulement), c'est, après avoir adouci ou poli l'objet en argent, de faire graver le dessin qui doit rester doré; on nettoie la gravure avec une brosse et de l'esprit-de-vin, et si l'on veut on y ajoute un peu de rouge à polir; après l'avoir séché avec un linge fin pour ne pas rayer on dore le tout, puis après on guilloche les parties qui doivent être blanches, on peut encore donner quelques coups de burin poli dans la dorure pour en rehausser le ton, c'est le moyen généralement employé pour décorer l'orfèvrerie; il présente un avantage sur tous les autres, c'est de faire un dessin correct et d'avoir une coupe franche sur les bords. Si l'on veut plusieurs couleurs d'or, de platine, d'argent, de cuivre et même de fer sur un objet, on couvrira d'abord le tout d'épargne, puis on découvrira le dessin, que l'on dorera très-rouge, on couvrira les parties qui doivent rester rouges avec l'épargne, puis on dore au bain vert, et on couvre ce qui doit rester vert, pour platiner et couvrir ainsi de suite; quand tous les métaux ont été appliqués successivement, on enlève l'épargne et on a un dessin en ors de couleurs.

Pour contenir les bains d'or et d'argent il faut éviter l'emploi de vases en bois vernis ou enduits de résine, de cire, etc., ces substances étant solubles dans le cyanure de potassium ; on peut prendre des vases en terre émaillée, en faïence, en verre et en porcelaine ; un amateur peut se contenter des premiers, mais un industriel doit se servir seulement de vases en porcelaine, et principalement de capsules s'il doit chauffer ses bains.

Dorure de l'acier.

Depuis quelque temps la dorure de certaines pièces d'horlogerie en acier a pris faveur, on dore principalement les spiraux et les aiguilles. Après avoir enlevé le bleu par l'eau acidulée de 1/15 acide sulfurique et lavé dans une eau de soude ou de potasse, pour éviter la rouille, on dore avec un faible courant, quelques instants suffisent pour un spiral, car en le laissant longtemps il se couvre d'un dépôt terne que l'on ne peut pas enlever sur un objet aussi délicat, donc il faut absolument qu'il sorte brillant du bain ; c'est pourquoi on ne peut faire qu'une faible dorure, d'ailleurs, une forte dorure rendrait la lame du spiral plus forte et ferait avancer la montre.

Pour les aiguilles, lorsqu'elles sont dorées on enlève la dorure sur quelques endroits en polissant avec du rouge ou mieux de la diamantine et de l'huile, par exemple on repolira le corps des aiguilles en laissant les têtes et les flèches dorées, on chauffe ensuite les aiguilles sur une plaque de fer, les parties ou l'acier est découvert prennent le bleu et les autres restent dorées, on peut par ce moyen en variant produire de très-jolies choses.

Brunissage.

Le brunissage est toujours fait en frottant le métal avec un corps dur qui étend les parties saillantes et rend la surface unie et d'autant plus polie que le brunissoir est lui-même mieux poli. Les brunissoirs sont de différentes matières et de formes différentes, ceux de pierre sanguine sont les plus estimés et les seuls employés pour l'orfèvrerie et la bijouterie, quand les objets présentent une surface à peu près plane, mais pour brunir dans les angles, dans les moulures et autres parties profondes et étroites, on a recours aux brunissoirs d'acier que l'on peut plus facilement obtenir de toutes les formes, mais pour brunir le fer et l'acier on emploie spécialement les brunissoirs d'acier, trempés très-durs et bien polis.

On humecte l'objet ou le brunissoir avec l'eau de savon qui a généralement remplacé le vinaigre et on frotte l'objet partout pour l'unir, ensuite avec un autre brunissoir mieux poli on repasse l'objet en croisant les coups du premier pour ne pas avoir des ondulations, on a ainsi un beau poli, mais si l'on veut avoir quelque chose de mieux encore, il faudra après le brunissoir passer une peau de buffle couverte de rouge à polir sec, cette peau est collee sur un bois ayant la forme d'une lime; pour la facilité on en a sur des bois de toutes formes, des ronds, des triangulaires, etc., par ce moyen on a un poli parfait, très-noir et sans traits, c'est ainsi que l'on polit les montres, mais sans l'emploi préalable du brunissoir qui arrondirait les angles devant rester vifs.

Si, comme cela arrive souvent, on a bruni les pièces avant de les dorer, il ne faut plus les brunir après dorure, mais seulement les frotter avec une peau douce couverte de rouge sec pour enlever le mat et rendre l'éclat; mais cette opération doit se faire de suite après la dorure, parce qu'en attendant seulement un jour pour passer la peau, on éprouve les plus grandes difficultés à enlever le mat qui devient très-*adhérent* sur les pièces dorées.

Moyen pour retirer l'or des vieux bains.

En évaporant à siccité les vieux bains on a pour résidu des sels d'or et de potasse, en les fondant dans un creuset sans ajouter de fondants, l'or se rassemble en culot au fond du creuset, c'est le meilleur de tous les procédés; mais il est un peu long d'évaporer une si grande quantité de liquide et en voici un plus court. On décompose le cyanure de potassium par l'acide chlorhydrique ou sulfurique, et l'or se précipite au fond du vase; on laisse quelques jours des lames de fer ou de zinc bien décapées dans le liquide pour précipiter les dernières traces d'or qu'on enlève avec un grattoir et qu'on fond au borax.

Extraction de l'or et de l'argent des bains épuisés, par ELSNER.

J'ai entrepris une série de recherches sur cet objet, je m'empresse d'en communiquer les résultats au public; mais avant de procéder à cette communication, je crois qu'il est nécessaire de rappeler préalablement les résultats des expériences sur lesquelles sont basées les méthodes données plus loin pour extraire tant l'argent que l'or des vieux bains au cyanure de potassium.

1° Si on ajoute à une solution d'argent dans le cyanure de potassium de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que la liqueur colore en rouge du papier bleu de tournesol, on obtient un précipité blanc de chlorure d'argent ou argent corné qui, soumis à la chaleur, se fond en une masse jaunâtre. Si c'était un cyanure d'argent, l'application de la chaleur rouge laisserait du régule d'argent. L'addition de l'acide chlorhydrique précipite tout l'argent présent dans la liqueur sous la forme de chlorure d'argent.

2° Si on évapore à siccité une dissolution d'argent dans du cyanure de potassium, et qu'on chauffe le résidu au rouge jusqu'à ce que la masse soit à l'état de fusion tranquille, état sous lequel elle prend une couleur brune, il reste, quand on lave la masse obtenue avec de l'eau, de l'argent métallique poreux et pulvérulent; la liqueur qui a filtré renferme encore un peu d'argent en dissolution, car l'acide chlorhydrique y produit encore un précipité de chlorure d'argent. En évaporant et calcinant une dissolution d'or dans du cyanure de potassium, le résultat est le même, puisqu'on obtient de l'or métallique; mais alors le gaz sulfhydrique donne, dans les eaux de lavage acidulées avec de l'acide chlorhydrique, un précipité brun (sulfure d'or), et le sel d'étain un précipité

violet (pourpre de Cassius); preuve que ces liqueurs renferment encore un peu d'or en dissolution.

3° Si on verse sur de l'argent métallique très-divisé, par exemple, de l'argent en feuille ou de l'argent poreux précipité par le zinc de solutions d'argent, une dissolution assez concentrée de cyanure de potassium et à la température ordinaire en agitant fréquemment, la liqueur, au bout d'un certain temps, renferme de l'argent en dissolution, puisque, à l'aide de l'acide chlorhydrique, on y produit un précipité abondant de chlorure d'argent. Cette expérience explique pourquoi, dans les eaux de lavages, des combinaisons d'or ou d'argent avec le cyanure de potassium, on peut démontrer encore la présence de l'or et de d'argent; c'est que ces eaux renferment encore du cyanure de potassium, et que c'est un fait reconnu depuis longtemps, que l'or est dissous par les solutions de cyanure de potassium.

4° Quand on ajoute à une solution de cyanure de cuivre et de cyanure de potassium, de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfurique ordinaire, jusqu'à ce que la liqueur ait une réaction acide, il en résulte un précipité blanc-rougeâtre qui est un cyanure de cuivre anhydre; si on lave bien ce précipité et qu'on le fasse bouillir avec une lessive de potasse, il s'en sépare un protoxyde de cuivre d'un beau rouge, et si, à la liqueur alcaline filtrée, on ajoute une dissolution de couperose verte, on obtient un précipité d'un bleu sale. La solution de carbonate de soude fournit des résultats absolument identiques, et la couperose y donne de même un précipité bleu sale. Si on dissout le précipité blanc-rougeâtre dans de l'acide azotique pur, alors la solution d'azotate d'argent produit dans la liqueur acide un précipité blanc abondant; et si on fait sécher et calciner ce dernier, la calcination donne de l'argent métallique ou réduit; preuve que ce précipité est du cyanure d'argent.

Le précipité blanc-rougeâtre est soluble dans un excès d'acide chlorhydrique, d'acide azotique et d'eau régale; il l'est aussi dans l'ammoniaque caustique et dans la dissolution de cyanure de potassium.

5° Si on verse de l'acide chlorhydrique dans une solution bien pure d'or, dans du cyanure de potassium, il se forme avec lenteur à la température ordinaire, et immédiatement quand on chauffe, un précipité jaune qui est un cyanure d'or; la liqueur filtrée, qui a donné ce précipité, contient encore un peu d'or en dissolution. En évaporant à siccité, calcinant et filtrant de nouveau, il reste sur le filtre l'or qui était encore en dissolution.

Lorsqu'une dissolution d'argent dans du cyanure de potassium, préparée pour argenter galvaniquement des objets en bronze ou en laiton, a été employée pendant un certain temps à cet objet, alors le précipité qu'y produit l'acide chlorhydrique n'est plus blanc pur, mais rougeâtre, à cause du cyanure de cuivre blanc-rougeâtre qui se précipite simultanément, car on sait que les liqueurs pour l'argenture qui ont servi pendant quelque temps, renferment du cuivre en dissolution. La même chose a lieu avec les dissolutions pour la dorure, dans lesquelles on a doré pendant longtemps des objets en argent et en cuivre (bronze, laiton), c'est-à-dire qu'alors le bain renferme, au bout d'un certain temps de service, non-seulement de l'or, mais encore de l'argent et du cuivre. Ce cas se présente surtout lorsqu'on dore des objets en argent renfermant du cuivre, c'est-à-dire des alliages d'argent dans le bain de dorure; alors le précipité de cyanure d'or produit par l'acide chlorhydrique ne possède pas la couleur jaune pur du cyanure d'or : ainsi, par exemple, il m'est arrivé d'observer un précipité de ce genre, qui, au lieu d'être jaune, était vert, et, en effet, on avait introduit et doré dans le bain de objets en fer, et le précipité contenait, indépendamment du cyanure d'or, du bleu de Prusse, ainsi que l'a démontré un examen qui a consisté à faire bouillir ce précipité vert dans de l'eau régale, à séparer par le filtre un résidu vert sale, à évaporer la liqueur filtrée à siccité, à dissoudre dans de l'eau aiguisée d'un peu d'acide chlorhydrique; alors, le sulfate de fer a donné, dans cette nouvelle solution, un précipité brun, et le sel d'étain un précipité brûn rougeâtre. En traitant par l'eau régale, le cyanure d'or a donc été décomposé et transformé en chlorure d'or.

C'est en se fondant sur les faits qui précèdent qu'on peut présenter plusieurs méthodes pour recueillir tant l'argent que l'or des vieux bains au cyanure de potassium. On peut procéder par deux voies différentes; l'extraction desdits métaux précieux peut s'opérer soit par la voie humide soit par la voie sèche.

1° EXTRACTION DE L'ARGENT.

A. *Extraction de l'argent des bains au cyanure de potassium par la voie humide.*

On ajoute à ces bains de l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que la liqueur rougisse fortement le papier bleu de tournesol; le précipité de chlorure d'argent qu'on obtient ainsi aura très-vraisemblablement, ainsi qu'on en a fait l'observation ci-dessus, une couleur blanc-rougeâtre, à cause du cyanure de

cuivre qui se précipitera simultanément lorsque le bain aura servi longtemps à argenter des objets contenant du cuivre. Dans cette précipitation par l'acide chlorhydrique, il se dégagera de l'acide cyanhydrique, et par conséquent, l'opération ne devra se faire que dans un local où existera une bonne ventilation, ou mieux, en plein air. Si le précipité était assez fortement coloré en rougeâtre, il faudrait le traiter à chaud par l'acide chlorhydrique qui dissoudrait le cyanure de cuivre. Le chlorure d'argent ayant été lavé avec de l'eau, on le fait sécher, puis on le met en fusion avec de la potasse dans un creuset de Hesse vernissé à l'intérieur et avec du borax à la manière ordinaire pour obtenir de l'argent métallique.

Cette méthode, très-simple dans son application, est en même temps très-économique, attendu qu'à l'aide de l'acide chlorhydrique, tout l'argent renfermé dans le bain de cyanure de potassium est précipité et qu'il n'en reste plus de traces dans la liqueur. Seulement, la quantité assez notable d'acide cyanhydrique qui se dégage est une circonstance fâcheuse qu'il faut prendre en sérieuse considération quand on traite de grandes masses de liqueurs argentifères, en ayant bien soin que les vapeurs délétères de cet acide puissent s'échapper immédiatement et sans danger pour la santé des ouvriers; mais une fois qu'on aura pris à cet égard les précautions conseillées par la prudence, la méthode en question pourra être considérée comme parfaitement pratique. Je recommande aussi de verser les liqueurs dans des vases suffisamment spacieux, attendu que par l'addition de l'acide, elles s'élèvent ordinairement beaucoup en écumes.

B. *Extraction de l'argent par la voie sèche.*

Le bain de cyanure de potassium est évaporé à siccité, le résidu porté au rouge est fondu, et la masse refroidie est lavée par décantation. Le résidu est de l'argent métallique et poreux. Il reste encore dans les caux de lavage de l'argent qu'on peut préciter par l'acide chlorhydrique.

2° EXTRACTION DE L'OR.

A. *Extraction de l'or des bains au cyanure de potassium par la voie humide.*

Un bain d'or au cyanure de potassium, qui a servi longtemps à dorer des objets d'argent alliés de cuivre, peut renfermer encore, ainsi qu'on en a fait la remarque précédemment, et indépendamment de l'or, de l'argent et du cuivre, et *parfois même* du fer. Pour obtenir ces métaux, il faut opérer

de la manière suivante : la liqueur, de même que pour les bains d'argent, est acidulée avec de l'acide chlorhydrique; auquel cas il se produit, comme ci-dessus, un dégagement d'acide cyanhydrique qui exige qu'on opère au sein d'une bonne ventilation. Cette addition d'acide chlorhydrique détermine un précipité qui peut, suivant les circonstances, consister en cyanure d'or, cyanure de cuivre et chlorure d'argent. Ce précipité, lavé et séché, est bouilli avec de l'eau régale qui dissout l'or et le cuivre sous formes de chlorures métalliques, et laisse intact le chlorure d'argent. La solution renfermant l'or et le cuivre est évaporée presque à siccité pour en chasser l'excès d'acide; le résidu est étendu d'une petite quantité d'eau, et l'or précipité sous la forme d'une poudre brune par une dissolution de sulfate de fer. On réduit le chlorure d'argent à l'état métallique par les moyens connus. La liqueur de laquelle on a précipité, par l'acide chlorhydrique, les combinaisons métalliques en question, pouvant encore renfermer un peu d'or, je renvoie pour son traitement à l'expérience n° 5 ci-dessus.

Cette méthode se distingue également par sa grande simplicité dans les applications, et l'on peut répéter pour elle tout ce qui a été dit précédemment de l'extraction de l'argent par la voie humide.

B. *Extraction de l'or des bains au cyanure de potassium par la voie sèche.*

Le bain de cyanure de potassium qui renferme de l'or, de l'argent et du cuivre, est évaporé à siccité; le résidu, mis en fusion à la chaleur rouge, lavé par lixiviation (les eaux de lavage renferment encore un peu d'or et d'argent, et ce cas se présentera d'autant plus fréquemment que les bains d'or ou d'argent renfermeront un plus grand excès de cyanure de potassium). Le résidu, après les lavages, consiste en or et argent métalliques poreux et cuivre carburé résultant de la décomposition par le feu du cyanure de cuivre. Ce résidu métallique est traité à chaud par l'eau régale, et il se forme du chlorure d'argent insoluble et des chlorures d'or et de cuivre en dissolution. Pour obtenir ces métaux à l'état de régule, on opère ainsi qu'il a été indiqué précédemment.

Si on opère d'après les procédés du professeur Boettger, c'est-à-dire si on fait fondre le résidu desséché avec un volume égal de litharge dans un creuset couvert, le régule qu'on obtiendra dans la supposition en question consistera en or, argent et plomb. En traitant cet alliage par de l'acide azotique pur, du poids spécifique de 1.2 et à chaud, l'or restera sous

la forme d'une poudre brune, tandis que le plomb et l'argent se dissoudront dans l'acide. Cette dissolution ayant été étendue d'eau distillée ou de pluie, on y séparera par précipitation l'argent du plomb à l'aide de l'acide chlorhydrique.

Les méthodes pour extraire par la voie sèche, tant l'argent que l'or, des vieux bains au cyanure de potassium, présentent cet avantage, que l'opérateur pendant le travail ne peut être incommodé par le dégagement des vapeurs d'acide cyanhydrique qui, dans ces opérations, ne se dévelopent pas, ainsi que nous l'avons vu dans les procédés pour l'extraction desdits métaux par la voie humide.

D'après les expériences rapportées dans cette note, les personnes que ce sujet intéresse pourront choisir celle de ces méthodes qui, dans les circonstances où elles se trouveront placées, leur paraîtra la plus propre à parvenir à leur but.

Autre méthode par M. R. Boettger.

Depuis que la dorure par voie galvanique a reçu partout un brillant accueil, et s'est introduite tant dans les fabriques que dans les ateliers, on a senti le besoin d'être en possession d'un procédé propre à extraire jusqu'aux moindres traces d'or qui restent encore dans les bains de dorure déjà épuisés et qui ont perdu l'activité. Leur moyen proposé jusqu'à ce jour, savoir de traiter ce résidu fortement acidulé par le zinc ou le gaz sulfhydrique, ne parait pas avoir été adopté par les praticiens, et partout on entend se plaindre que les moyens recommandés jusqu'à présent sont compliqués et peu pratiques. C'est ce concert unanime qui me détermine à communiquer ici un procédé qu'à la suite de plusieurs expériences je me suis cru en droit de considérer comme le plus efficace, le moins dispendieux et le plus praticable. Les orfèvres, les doreurs chez lesquels on rencontre fréquemment des quantités assez considérables de ces vieux bains de dorure, me sauront gré sans doute de leur enseigner ce moyen qui donnera quelque valeur à des résidus qu'ils ont considérés peut-être jusqu'à présent comme entièrement perdus ou intraitables. Seulement il ne faut pas oublier qu'il n'est applicable qu'aux bains de dorure préparés avec le cyanure de potassium.

Pour extraire desdits bains jusqu'aux moindres traces de l'or qu'ils renferment encore, on procède ainsi qu'il suit : on évapore la liqueur à feu nu jusqu'à siccité ; on réduit en poudre fine le résidu salin sec, et on le mélange avec un volume égal de litharge aussi pulvérisée ; on verse le mélange dans un creuset de Hesse qu'on couvre avec une tuile bien ajustée et on chauffe dans un fourneau alimenté à la houille ju

qu'au rouge intense. Après un refroidissement complet, on brise le creuset, on sépare avec un marteau la masse métallique (alliage d'or et de plomb), qui consiste en culots distincts de la masse salée qui l'environne, et se compose en grande partie de cyanure de potassium, et on traite à chaud par de l'acide azotique du poids spécifique de 1.2 (24° Baumé). Cet acide dissout le plomb, tandis que tout l'or reste non dissous, sous la forme d'une masse spongieuse brun-jaunâtre.

Moyen pour recueillir l'or ou l'argent des vieux bains qui ont été employés à la dorure ou l'argenture galvaniques, par M. Bolley.

On sait que le cyanure d'or dissous dans un excès de cyanure de potassium résiste à tous les moyens qu'on a essayés pour le séparer, et que l'acide sulfhydrique, par exemple, ne produit aucun précipité. Par la voie humide on ne parvient jamais à précipiter complètement l'or, et c'est pour cela que MM. Boettger, Hessenberg, Elsner et autres, ont proposé d'évaporer la liqueur, de mélanger le résidu sec avec son poids de litharge, de fondre à une forte chaleur rouge, puis de dissoudre le plomb de ce culot dans l'acide azotique étendu et bouillant, ce qui donne l'or sous la forme d'une éponge légère.

M. Wimmer a proposer plus récemment de faire évaporer la masse au bain-marie, de la mélanger avec une fois et demie son poids de salpêtre, et de l'introduire par portions dans un creuset de Hesse porté au rouge pour la faire détoner, et de continuer ainsi jusqu'à ce que la masse entière soit arrivée à un état de fusion tranquille.

Le premier procédé ne donne lieu à aucune objection, si ce n'est la difficulté d'un feu violent et l'emploi de l'acide azotique. Le second est, au contraire, d'une exécution désagréable et peu sûre. On sait, en effet, que le salpêtre ne détone jamais avec plus de violence qu'avec le cyanure de potassium, et malgré que l'inventeur de ce procédé conseille de ne charger que de faibles portions à la fois, les détonations sont si vives qu'elles ne peuvent avoir lieu sans perte de matière.

Voici un procédé applicable en petit, qu'on peut pratiquer sur une lampe à esprit-de-vin et dans un creuset de platine.

On mélange la masse saline provenant de l'évaporation avec son poids de sel ammoniac, et on chauffe doucement. Les sels ammoniacaux décomposent, comme on sait, les cyanures métalliques, en formant du cyanure d'ammonium qui, en se décomposant, se volatilise, tandis que l'acide du sel

ammoniacal, ou le corps qui salifie l'ammonium, se combine avec les métaux passés à l'état d'oxydes qui étaient unis au cyanogène. Le sel ammoniac forme donc dans ce cas, du chlorure de potassium, du chlorure de fer (quand on a employé un cyano-ferrure) et du chlorure d'or. Ce dernier chlorure se décompose aisément en abandonnant de l'or métallique, le second en partie seulement en laissant de l'oxyde de fer en belles paillettes cristallines. Le chlorure de fer non décomposé, ainsi que le chlorure de potassium, peuvent, après que la décomposition est terminée, décomposition qui n'exige qu'une faible chaleur rouge, être enlevés par l'eau, en laissant l'or sous la forme d'une masse cohérente, mais légère, et le fer en paillettes fines, qu'on peut séparer mécaniquement.

Si on craint qu'il ne reste un peu d'or sous forme pulvérulente avec le fer, on peut dissoudre dans l'eau régale (l'oxyde de fer calciné résistant longtemps aux simples acides) et précipiter l'or par le sulfate de fer. Dans la plupart des cas, ce mode d'élimination sera superflu, et je me suis assuré par l'évaporation de volumes donnés d'une même solution d'or, l'évaporation et la calcination avec le sel ammoniac, et autres opérations, qu'on pouvait ainsi doser et recueillir assez exactement tout l'or de ces solutions.

Le même procédé s'applique aux bains d'argent, et indépendamment de l'oxyde de fer (du cyano-ferrure), on obtient un chlorure d'argent qui se dissout aisément dans l'ammoniaque, et dont on extrait par l'acide azotique de l'argent métallique, mais en petite quantité, et parfois même pas du tout. Bien entendu que le résidu, après la calcination, est traité à la manière ordinaire pour en extraire l'argent ; mais quoique la décomposition des bains d'argent pour en extraire le métal par la voie humide, par exemple, par l'acide sulfurique, soit chose possible, cependant ce procédé doit être rarement mis en pratique.

Enfin, j'appellerai sur ce point l'attention des industriels qui s'occupent de dorure, d'argenture, etc. : c'est que le sel ammoniac, ou les autres sels ammoniacaux, quand on les emploie comme il vient d'être dit, présentent un moyen facile de constater la composition des bains, c'est-à-dire la proportion de métaux qu'ils renferment et qui doivent être précipités galvaniquement sur d'autres métaux. Pour les bains de cuivre, je me suis servi dans ce but de sulfate d'ammoniaque, parce que si on emploie le chlorhydrate de cette base, il se forme du chlorure de cuivre, qui se volatilise en partie avec le sel ammoniac non décomposé qui s'évapore, ce qui fait perdre une partie du métal.

De l'argenture galvanique.

Tout ce qui a été dit de la manière de préparer les objets, de les nettoyer, de les décaper avant la dorure doit se faire de la même manière pour l'argenture, ainsi que pour la disposition des piles galvaniques; donc nous n'aurons pas à revenir sur ces détails, que l'on pourra consulter à l'article Dorure, en cas d'insuccès.

Les auteurs qui ont donné des bains d'argent ne diffèrent guère que par la nature du sel d'argent à dissoudre dans le cyanure de potassium ; on a indiqué le nitrate d'argent, le carbonate fraîchement préparé, le chlorure, le cyanure, etc., mais de tous les sels, il est incontestable que le cyanure est celui qu'on doit préférer, parce qu'il donne une argenture très-adhérente, tandis que les autres donnent une argenture qui s'enlève en feuilles en brunissant, principalement sur les métaux ou alliages contenant du zinc, du plomb ou de l'étain.

Voici deux procédés très-simples pour préparer le cyanure d'argent :

On dissout du nitrate d'argent cristallisé dans l'eau, et on ajoute du cyanure de potassium jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité, et on s'arrête là parce qu'un excès de cyanure redissoudrait le précipité. On filtre et on lave ce précipité de cyanure d'argent que l'on dissout ensuite dans trois fois son poids de cyanure de potassium et le bain est prêt à servir.

Voici un autre procédé dû à M. Brandely qui réussit également très-bien. On met dans un matras 90 grammes de prussiate jaune de potasse concassé ; on ajoute 50 grammes d'acide sulfurique, on ferme le matras avec un bouchon portant un tube recourbé qui plonge dans un flacon à deux tubulures contenant la dissolution de nitrate d'argent, on chauffe doucement le matras, et le gaz, en se dégageant, vient barboter dans le nitrate d'argent et précipite ce dernier à l'état de cyanure (voir le *Manuel de galvanoplastie*, de M. de Valicourt, et le *Traité des manipulations*, de M. Brandely, pour plus de détails).

C'est ce cyanure d'argent qu'on décante sur un filtre afin de le laver et le dissoudre ensuite dans 3 ou 4 parties en poids de cyanure de potassium pour une partie de cyanure d'argent, avec 10 grammes d'argent on peut faire depuis 1/2 litre jusqu'à 2 litres de bain sans inconvénients, seulement avec un bain étendu les objets prennent moins le mat dans le *bain*.

Pour que les objets sortent brillants du bain, on a conseillé d'y ajouter quelques gouttes de sulfure de carbone, mais ce liquide très-volatil et puant, présente des inconvénients lors même que son emploi serait avantageux et empêcherait le mat de se produire sur les objets argentés, le mat s'enlève assez facilement au moyen du gratte-boessage, sans qu'il soit nécessaire de modifier le bain de cette manière.

Préparation du cyanure d'argent, par M. Brandely.

Pour obtenir une belle et facile précipitation d'argent, on doit choisir parmi tous les sels de ce métal, le cyanure comme donnant les meilleurs résultats ; mais jusqu'ici les marchands de produits l'ayant vendu fort cher, les amateurs et les industriels même l'ont rejeté. D'autres, par économie, voulant l'obtenir eux-mêmes, achètent l'acide cyanhydrique, mais c'est encore une dépense trop élevée, indépendamment de l'obligation de l'employer immédiatement pour ne pas avoir à garder chez soi une substance essentiellement dangereuse et difficile à conserver, car, ainsi qu'on le sait, la présence de l'air ou de la lumière décompose rapidement cet acide.

En supposant même que l'on parvienne, en le bouchant bien et le tenant à l'obscurité, à le maintenir incolore, et en apparence propre à donner de bons résultats, l'expérience démontre que si la décomposition n'est pas sensible à l'œil, elle se manifeste bientôt ; il suffit pour cela de l'employer.

En effet, que l'on prenne de l'acide cyanhydrique tel qu'on le vend dans le commerce, au 1/4 ou au 1/6, et préparé depuis quelque temps, 15 jours par exemple ; que l'on en verse dans une dissolution d'azotate d'argent étendue de dix fois le poids de sel, que l'on remue avec un agitateur de verre, il se formera réellement un cyanure du métal, mais il sera plus ou moins jaunâtre, suivant que l'acide sera plus ou moins vieux, et sa formation sera accompagnée d'une forte exhalaison d'ammoniaque et d'acide cyanhydrique. Néanmoins, lavez bien ce précipité jusqu'à ce qu'il n'affecte plus le papier réactif.

D'autre part, faites une dissolution de cyanure de potassium, filtrez-la et dissolvez-y le cyanure d'argent. Aussitôt, cette dissolution, qui devrait rester claire et incolore, se troublera et deviendra noire, comme le cyanure d'argent, elle décèlera une odeur prononcée d'ammoniaque et d'acide cyanhydrique. Cette odeur sera permanente tant que la dissolution existera ; un dépôt de charbon aura lieu au fond de la capsule qui la contiendra. Ce dépôt provient de la décomposition d'une partie du cyanure de potassium provoquée *par la présence* de ce cyanure d'argent.

Ayant eu occasion d'employer beaucoup de ce sel d'argent pour obtenir des reproductions de bas-reliefs et pour couvrir des flacons et autres cristaux que j'ai, le premier, livrés au commerce, j'ai dû chercher à me mettre à l'abri d'inconvénients graves qui compromettaient la beauté et la solidité de mes dépôts, en même temps que ma bourse et ma santé; en conséquence, voici comment je m'y prends :

Au moyen de l'acide azotique pur, j'attaque l'argent vierge en grenaille du commerce. Je fais évaporer jusqu'à siccité. Je dissous le nitrate obtenu dans l'eau distillée et je verse la dissolution dans un flacon à 2 ou 3 tubulures. J'ajoute ensuite de l'eau jusqu'aux trois quarts du flacon.

D'autre part, je concasse du cyano-ferrure de potassium que je jette dans un matras, et au moyen d'un tube recourbé deux fois à angle droit, je monte l'appareil suivant :

Fig. 23. A, Matras contenant le cyano-ferrure de potassium.
B, Flacon contenant l'azotate d'argent.
C, Tube en verre établissant la communication de A en B.
C', Tube pour conduire sous la cheminée l'excédant de gaz.
D, Tube pour verser les liquides dans le ballon A.

L'appareil étant ainsi disposé et les tubes bien ajustés sur les cols et tubulures au moyen de bouchons de liége troués, on lute sous les joints. Alors on verse le tube D de l'acide sulfurique étendu de deux fois son poids d'eau dans le matras jusqu'au milieu de la panse et on rebouche ce tube. Le matras étant placé sur un fourneau ou une lampe à l'esprit-de-vin (pour de petites quantités), on allume le feu.

Bientôt après, on voit s'opérer la décomposition des substances, et le gaz provenant de cette décomposition se rendre par le tube C dans le flacon B qui contient l'argent en dissolution, et y former un magnifique cyanure blanc comme neige, caillebotté et à flocons volumineux. On laisse marcher l'opération tant qu'il se forme du précipité, ayant soin de maintenir le feu pour éviter l'absorption. Lorsque toute la liqueur est dépouillée du sel, on retire adroitement le tube D, et lorsqu'il est arrivé au-dessus du liquide contenu dans le matras, on le débouche. L'absorption ne pouvant plus avoir lieu, on laisse refroidir et on lave le cyanure obtenu à l'eau distillée, on le conserve ensuite sous l'eau dans des flacons que l'on tient à l'abri de la lumière

Ainsi préparé, ce sel se dissout parfaitement sans résidu ni couleur et donne des résultats de la plus grande beauté. On

peut se rendre compte facilement pour composer son bain, si l'on a tenu note de la quantité d'argent employée, et du poids de l'eau et du flacon.

Cette opération doit se faire sous la hotte du laboratoire ou, tout au moins, sous une cheminée qui tire bien. Le tube C doit avoir environ 10 millimètres de diamètre, car s'il était plus petit, le cyanure d'argent qui se forme dans la partie qui plonge dans le flacon pourrait se boucher et occasionner des accidents.

Pour donner une idée de l'économie de ce procédé et de la préférence que l'on doit lui accorder sur l'acide cyanhydrique acheté chez les marchands, il suffit de savoir que pour précipiter 500 grammes d'azotate d'argent, il faut un poids équivalent d'acide hydrocyanique; que cet acide coûte de 40 à 60 fr. le kilogramme étendu au quart; qu'en conséquence, en supposant que l'acide soit bon, c'est-à-dire très-récemment préparé, cela coûte de 20 à 30 fr. suivant les localités : tandis qu'avec 500 grammes de cyano-ferrure en poudre ou petits morceaux, qui coûte 3 fr. à 3 fr. 25, et 250 grammes d'acide sulfurique = 15 centimes, et 25 à 30 centimes de combustible, on arrive à un résultat infaillible et qu'il est facile d'obtenir partout, car presque partout on trouve le prussiate de potasse et l'acide sulfurique. On voit donc que l'amateur et l'industriel pourront se procurer toujours, et au moment du besoin, du cyanure d'argent excellent à un prix réduit des 4/5, ce qui est une considération importante.

Les pièces, en sortant du bain, sont lavées et *gratte-boessées*, soit avec la saponaire, soit avec l'eau de savon ; il est à remarquer que le gratte-boesse doit être plus flexible, et par conséquent détaché plus long que pour le gratte-boessage en blanc. On ne doit pas recuire les gratte-boesses sur les charbons incandescents, comme le font beaucoup de doreurs, parce qu'on atteint rarement par ce moyen le degré voulu, et une fois manqués ils ne peuvent servir à rien ; aussi j'ai indiqué plus haut un moyen infaillible, page 128. Quelquefois il se trouve dans les gratte-boesses de Nuremberg (qui sont les meilleurs et les plus fins) quelques fils tordus ensemble que l'on doit couper pour qu'ils ne raient pas la dorure ; de temps en temps on les peigne sur une râpe à sucre pour les démêler, et on coupe toujours les fils qui dépassent les autres.

L'argenture n'est décidément pas aussi adhérente que la dorure et il arrive même que certains alliages ne peuvent pas *être argentés* directement après les décapages ordinaires, *dans ce cas on a la* ressource de l'immersion avant l'argen-

ture dans l'eau tenant en dissolution une très-petite quantité de nitrate acide de mercure, cependant le cas se présentera rarement en prenant pour bain celui au cyanure d'argent; c'est en brunissant que l'argenture s'enlève en feuilles dans quelques endroits, dans ce cas on enlevait l'argent qui restait au moyen de limes ou de grattoirs, et après il fallait de nouveau polir et recommencer, avec la crainte de voir de nouveau l'argent se détacher.

Pour enlever l'argent et l'or sur les objets argentés ou dorés.

Aujourd'hui, lorsque les pièces sont manquées, on l'enlève très-facilement sans altérer l'argenture en laissant un jour les pièces à désargenter dans l'acide sulfurique fumant de Nordhausen, c'est l'acide sulfurique monohydraté, on doit éviter autant que possible de laisser cet acide au contact de l'air parce qu'il absorbe l'eau et n'est plus convenable après; le même moyen peut servir pour enlever la dorure.

Voici deux autres recettes indiquées par M. Roseleur, mais je n'ai pas encore eu l'occasion de les essayer.

On fait un mélange de 10 volumes acide sulfurique, 2 volumes acide chlorhydrique et 1 volume acide nitrique, ou bien acide sulfurique 20, sel marin 3, salpêtre 2, cette dernière recette est en poids.

Les procédés de désargenture étant peu connus encore, et vendus comme secrets, peuvent maintenant être d'une grande utilité à tous les industriels qui voudront faire de l'argenture.

Pour argenter le fer, l'étain et le plomb, on le décape par le nitrate double d'argent et de mercure que l'on prépare de la manière suivante :

On introduit dans une capsule de porcelaine 150 parties en poids d'eau, 4 parties nitrate de mercure et 2 parties nitrate d'argent.

Autre recette.

Dans une grande capsule en porcelaine on mettra 12 parties de mercure, 1 de zinc, 2 de sulfate de fer, 12 d'eau et 1 1/2 acide chlorhydrique, on jette en même temps les objets en fer ou acier dans le vase, on le porte à l'ébullition. Au bout de peu de temps on observe que ces objets sont recouverts d'une couche brillante de mercure.

Patine de l'argent ou argent artistique, connu dans le commerce sous le nom d'argent oxydé.

L'argenture en vieillissant prend souvent une teinte brune principalement lorsque l'argent est à un titre élevé, cet effet

est produit par le contact de l'hydrogène sulfuré ou des matières susceptibles d'en dégager : ainsi les cuillères avec lesquelles on a mangé des œufs prennent cette teinte, on voit également l'orfèvrerie devenir brune dans une maison où l'on vide les fosses d'aisance, etc. Cette couleur étant à la mode depuis quelques années je vais mettre les artistes en état de faire très-facilement ce genre d'ornement peu agréable.

Le procédé consiste à plonger quelque temps les pièces à patiner dans une capsule en porcelaine contenant du sulfhydrate d'ammoniaque, ou bien du foie de soufre (sulfure de potasse), on chauffe légèrement, et on retire les objets lorsqu'ils ont acquis la nuance voulue, on les brosse à l'eau de savon, on les sèche, et on passe un linge trempé dans une solution de cyanure de potassium sur les parties en relief pour les ramener au blanc et afin d'imiter la patine antique.

On peut encore donner une patine d'un brun plus rouge par le mélange de sulfate de cuivre et sel ammoniac que l'on mélange par parties égales dans du vinaigre ; naturellement toutes les eaux contenant un sulfure alcalin comme l'eau de Barège peuvent donner cette couleur à l'argent, on sait que les montres d'argent des personnes qui prennent des bains sulfureux deviennent également brunes.

Platinage.

Le chlorure de platine dissous dans le cyanure de potassium suivant les indications de M. de Ruolz n'a point encore donné de résultats satisfaisants, on obtient bien par ce procédé la réduction d'une couche de platine, mais elle est loin de présenter une agrégation moléculaire assez dense pour préserver le métal qui en est revêtu de l'action des acides.

M. Boettger annonce qu'il est enfin parvenu à obtenir un dépôt de platine d'une grande adhérence, d'un éclat spéculaire et résistant à l'action des acides même bouillants, il emploie pour y parvenir une solution de chlorure double d'ammoniaque et de platine dans l'eau bouillante ; lorsqu'elle est revenue à une température modérée on y ajoute quelques gouttes d'ammoniaque liquide, et on la soumet encore chaude à l'action d'une pile à effets constants. On réussit ainsi à platiner d'une manière parfaite le cuivre, le laiton, le maillechort, etc. Voir encore *Manuel de galvanoplastie*, 2e volume, page 234, du Dépôt de platine ou platiné.

Platinure des métaux, par MM. Lanaux et Roseleur.

Divers essais dans ce genre ont été tentés, les uns par M. *de Ruolz, qui appliquait* le platine au moyen du cyanure

double de sodium et de platine ; les autres, par M. Becquerel, qui obtenait la réduction métallique au moyen du chlorure double de sodium et de platine, ou mieux du platinate de soude.

Mais nous savons que leurs opérations sont demeurées à l'état d'essais ; que d'ailleurs ils ne pouvaient déposer qu'une couche superficielle, atomique, pour ainsi dire, de platine ; que le métal, au lieu d'avoir une belle couleur blanche, comme le platine laminé, ne présentait qu'une couleur gris d'acier.

Ces considérations nous permettent de nous dire les premiers qui aient véritablement déposé le platine pur à de fortes épaisseurs.

Depuis trois années nous nous occupons de réduire, par la voie galvanique, les dissolutions de platine, c'est-à-dire le nombre de sels que nous avons soumis à nos essais.

La première dissolution qui nous ait donné des résultats est l'iodure double de potassium et de platine ; mais le prix élevé du dissolvant nous a bientôt prouvé que nous devions y renoncer.

Dans la grande variété de sels que nous avons éprouvés, nous avons constamment remarqué qu'il n'en était pas de meilleurs que ceux à base de soude et d'ammoniaque, surtout lorsqu'ils sont associés, quoique, à la rigueur, on puisse les employer séparément.

Voici, maintenant, la description exacte du procédé que nous considérons, jusqu'à ce jour, comme le plus propre à un bon dépôt de platine :

Nous dissolvons dans 15 litres d'eau ordinaire 750 grammes de phosphate de soude ou 400 grammes de pyrophosphate de la même base ; nous filtrons la liqueur chaude pour en séparer les sels calcaires formés.

D'autre part, nous prenons 15 grammes de chlorure de platine, bien évaporé, pour le priver d'acide autant que faire se peut ; nous le dissolvons dans 200 grammes d'eau distillée, et nous le précipitons à l'état d'ammoniure de platine ou de phosphate double de platine et d'ammoniaque au moyen de 160 grammes de phosphate de cette base. On peut remplacer le phosphate par un sel ammoniacal quelconque, excepté par le sulfite et l'hyposulfite.

On verse ce précipité et le liquide qui surnage dans le phosphate dissous précédemment. On fait bouillir pendant quatre heures ; l'ammoniaque se dégage, le bain, d'alcalin ou à réaction alcaline qu'il était, devient très-fortement acide ;

la liqueur perd sa couleur jaune et peut alors être employée avec succès pour le dépôt de platine.

Il est bon de faire remarquer que, lorsque, par un usage prolongé, le bain est devenu par trop acide, on peut le ramener à la neutralité au moyen de la soude ou de ses carbonates, sans que pour cela la blancheur et l'adhérence du métal déposé soient altérées.

On peut également faire un bain de platinage par un mélange de pyrophosphate et d'hyposulfite de soude ; mais outre que le dépôt est moins blanc, il demande pour s'effectuer une dose d'électricité beaucoup plus considérable.

Il est inutile de signaler ici les nombreux usages auxquels peut être appliqué ce nouveau dépôt métallique.

Nous ferons observer seulement qu'un couvert qui a été platiné par nous, il y a trois ans, et qui est soumis à un service continuel, n'a pas été altéré par ce long usage, et que son bruni n'a nullement disparu.

De toutes les dissolutions de platine qui ont été indiquées par les différents auteurs jusqu'ici, je dirai que celle qui m'a le mieux réussi non pour platiner à une forte épaisseur résistant aux acides, mais comme couleur et facilité dans la préparation du bain, c'est le chlorure double de platine et de sodium, qui se prépare tout simplement en ajoutant à du chlorure de platine, soit du carbonate de soude, soit de la soude caustique, soit du chlorure de sodium (sel de cuisine), c'est même ce dernier que j'emploie, je le préfère non-seulement à cause de son bas prix, mais parce qu'en prenant la soude caustique ou le carbonate de soude, avec le chlorure de platine sec il faut encore ajouter un peu d'acide chlorhydrique puisque ce bain ne platine bien que lorsqu'il est un peu acide, on peut platiner avec un bain à la température atmosphérique, mais je préfère chauffer à environ 40 degrés, parce que le platinage se fait plus vite et ne se couvre pas d'une couche noire de poudre de platine non adhérent, il faut avoir la précaution de plonger l'anode de platine dans le bain avant l'objet, autrement la pièce serait attaquée et le platine ne serait pas adhérent, il en est de même pour toutes les dissolutions acides capables d'attaquer le métal, c'est pourquoi si l'on pouvait trouver une dissolution alcaline de platine qui donne un platinage prompt et à toutes épaisseurs elle serait préférable, mais jusqu'ici ce problème n'est pas résolu.

Cuivrage.

De tous les métaux, c'est le cuivre qui s'applique le plus *facilement* et à la plus grande épaisseur dans un temps donné

avec un même courant électrique. Si le métal à cuivrer n'est pas trop attaqué par l'acide sulfurique on peut se servir du même liquide que l'on emploie pour la galvanoplastie, soit d'une solution saturée de sulfate de cuivre dans l'eau à laquelle on ajoute encore un peu d'acide sulfurique, environ 30 grammes par litre de bain, l'acide a pour effet de rendre le bain meilleur conducteur d'électricité et de faire appliquer le cuivre dans toutes les parties à une égale épaisseur, sans cette addition on ne pourrait pas dans la galvanoplastie faire déposer du cuivre dans les parties profondes et éloignées de l'anode. Il y a des cas où l'on ne peut pas se servir d'un bain de cuivre acide, alors on prend le bain suivant.

Bain au cyanure de cuivre.

Dans une solution de sulfate de cuivre, on ajoute une solution de cyanure de potassium, il se forme un précipité de cyanure de cuivre qu'on lave sur le filtre et on le dissout dans le cyanure de potassium autant que ce dernier peut en dissoudre en tenant le bain en ébullition pendant 20 à 30 minutes, on peut ensuite le filtrer ; pour s'en servir à cuivrer, ce bain doit être employé à une température de 80 à 100 degrés.

Bain de laiton.

On fait un cyanure de zinc que l'on mélange en différentes proportions avec le cyanure de cuivre pour les dissoudre dans le cyanure de potassium.

Bain de fer.

On dissout 100 grammes de sel ammoniac dans 200 grammes d'eau et d'autre part 200 grammes de sulfate de protoxyde de fer dans 300 grammes d'eau, on fait bouillir 15 minutes et on filtre ; si pour appliquer le fer on emploie l'appareil simple au lieu d'une pile indépendante, on mettra dans le vase poreux pour exciter le zinc une solution de sel ammoniac et acide chlorhydrique.

On devra choisir le sulfate de fer d'un beau vert pâle ; s'il est couvert de taches jaunes d'oxyde de fer, on devra le rejeter.

GALVANOPLASTIE SUR MOULES ÉLASTIQUES.

Je n'ai ni l'intention ni la prétention d'écrire un traité de galvanoplastie, parce qu'il faudrait deux volumes et que ces deux volumes existent dans le *Manuel de galvanoplastie* (1), où tous les principes sont établis et les opérations décrites assez clairement pour mettre les amateurs qui commencent en état de réussir ; c'est donc seulement une lacune importante que je me propose de remplir en traitant de la galvanoplastie sur moules élastiques pour les objets hors de dépouille. Ainsi, je ne ferai que mentionner en passant ou simplement nommer quelques-uns des moules en matière plastique, rigide, employés généralement, en invitant à consulter l'ouvrage susnommé ou d'autres traités complets pour les détails de moulage d'objets n'ayant pas des parties rentrantes ou fouillées. Cette branche de la galvanoplastie a pris dans ces dernières années un si grand développement, qu'elle est devenue un art déjà indispensable et qui occupe un grand nombre d'ouvriers. Les moules élastiques qui peuvent être employés avantageusement sont de deux espèces : en gélatine préparée et en gutta-percha. Le même ordre qu'on a suivi pour la dorure sera adopté pour la galvanoplastie, c'est-à-dire qu'on procédera à la description des opérations successives ; ainsi la première chose à faire c'est le moule.

Préparation et moulage en gélatine.

Les moules en gélatine ne peuvent pas être employés directement pour la galvanoplastie, parce que la solution de sulfate de cuivre ou autres sels métalliques dissoudrait la gélatine avant que le cuivre ait eu le temps de se précipiter et de couvrir le moule ; mais ils sont indispensables pour le moulage sur nature morte où l'on ne pourrait pas exercer une pression un peu forte sans déformer le sujet. Voici la manière la plus simple d'opérer.

Supposant que l'on ait disposé dans le fond d'une caisse en fer-blanc (fig. 10) un peu plus grande dans le haut que dans le fond, c'est-à-dire légèrement pyramidale, un groupe d'oiseaux morts, de poissons, de petits quadrupèdes et autres objets naturels que l'on a préalablement huilés légèrement tant pour lisser les plumes, poils, etc., que pour empêcher l'adhérence au moule ; les objets les plus élevés

(1) *Manuel de Galvanoplastie ou Traité complet de cet art*, par MM. Smee, Jacobi, *de Valicourt*. 2 volumes avec figures, prix : 5 francs ; chez Roret.

doivent se trouver au moins à 3 centimètres au-dessous du bord supérieur de la caisse. Lorsque les sujets ont été disposés avec goût et le plus naturellement possible, on coule sur le tout la gélatine préparée jusqu'à ce que la caisse soit pleine, et recouvre bien tous les objets ; on frappe légèrement la caisse pour que les secousses fassent pénétrer la gélatine dans les cavités et monter les bulles d'air, on met le tout, pendant vingt-quatre heures au moins, dans un endroit aussi froid que possible ; lorsque la gélatine a acquis une consistance suffisante, on renverse la caisse sur une planche pour faire sortir le moule de la boîte, duquel on ôte ensuite avec précaution les objets qui ont laissé leur empreinte avec les plus petits détails dans la gélatine. Si quelques plumes ou autres parties restaient adhérentes au moule, il faudrait les enlever avec des brucelles ; et lorsque le moule est net, on y passe de l'huile au moyen d'un pinceau très-doux, et ensuite on coule dans ce moule du plâtre gâché un peu fort. C'est sur ce relief en plâtre qu'on prend définitivement le creux en gutta-percha, et comme ce creux en gélatine conserve son élasticité, on peut toujours s'en servir à reprendre des reliefs en plâtre (1), mais il est rare, lorsque le moule est très-fouillé et qu'il présente de petits détails, qu'il ne faille pas retoucher l'épreuve en plâtre avant d'en prendre un creux en gutta-percha ; ce premier moulage est donc nécessaire pour toute substance susceptible de s'affaisser et de se déformer sous une pression. Pour empêcher l'adhérence entre le creux et le sujet, on peut, dans certains cas, lorsque les modèles ne sont pas spongieux comme les fruits et autres corps semblables, au lieu de prendre de l'huile, employer le fiel de bœuf que l'on a fait bouillir avec du sel et de l'alun pour le clarifier et le rendre incorruptible ; c'est le liquide auquel les fabricants de feuilles de gélatine colorée accordent la préférence pour empêcher qu'elle ne colle aux feuilles de verre sur lesquelles on étend la gélatine liquide et chaude.

Préparation de la gélatine propre à faire des moules.

On dissout 500 grammes de gélatine, ou même, par économie, on peut prendre de la colle-forte, dans 600 à 700

(1) Si l'on attend quelques semaines avant de reprendre un relief dans un creux en gélatine, ce relief est sensiblement plus petit que le premier, parce que la gélatine, en séchant, éprouve un retrait assez considérable, il est d'autant plus grand que la gélatine contenait plus d'eau, c'est même un assez bon moyen de réduire un sujet dans de justes proportions.

grammes d'eau et 250 grammes de sirop de mélasse ou autre sucre incristallisable ; on laisse tremper un jour la colle dans ces liquides, ensuite on chauffe en remuant jusqu'à ce que la gélatine soit complètement dissoute c'est alors qu'on ajoute par petites parties et remuant continuellement de 15 à 25 grammes de tannin dissous dans 50 grammes d'eau. Le tannin donne et conserve l'élasticité à la gélatine ; mais si on augmente la quantité indiquée de tannin, on obtient une substance imitant la corne. La gélatine préparée comme je l'indique ci-dessus, est la substance que l'on emploie pour modeler ces têtes grotesques que l'on fait grimacer en les pressant de différentes manières, et que l'on vend sous le nom de caoutchouc ; seulement, comme la matière doit être aussi blanche que possible pour que la peinture soit belle, on emploie le sirop de sucre au lieu de mélasse et on prend la gélatine incolore au lieu de colle-forte.

Moulage à la gutta-percha.

Premier procédé. — La gutta-percha du commerce en pain ne peut pas servir pour la galvanoplastie, parce qu'elle contient des matières étrangères, principalement des fragments d'écorce, que l'on peut enlever en partie en ramollissant la gutta-percha dans l'eau chaude ; mais on ne la débarrasse jamais complètement par ce moyen ; il est donc préférable de l'acheter toute purifiée par des machines chez les fabricants d'objets en caoutchouc.

On peut l'employer dans cet état, si on a à sa disposition une forte presse à vis.

On commence alors par faire fondre en fer des boîtes évasées et à fonds mobiles de différentes formes et grandeur comme on le voit dans la fig. 11. Ces boîtes, qui peuvent être regardées comme des viroles ou châssis coniques, portent aux bords intérieur et inférieur une feuillure sur laquelle vient reposer la plaque en fer qui forme le fond mobile ; c'est sur ce fond que l'on pose le modèle ordinairement en cuivre, qui est souvent déjà une épreuve galvanoplastique que l'on a rendue capable de résister à une forte pression sans se déformer, en remplissant le dessous avec de l'étain fondu, après avoir mouillé cette partie avec du chlorure de zinc aussi neutre que possible pour étamer le cuivre, et qu'on prépare soi-même en dissolvant des rognures de zinc dans l'acide chlorhydrique jusqu'à saturation (1). On comprend qu'après avoir rempli d'étain le derrière de l'épreuve, elle

(1) *Le chlorure de zinc sert à étamer le cuivre et souder l'étain à l'épreuve.*

est aussi solide que si elle était fondue massive, et qu'elle peut servir à prendre un nombre indéfini de creux.

Après avoir passé sur le modèle un pinceau légèrement enduit d'huile de lin siccative (1) et l'avoir déposé sur le fond mobile dans la boîte, on prend une quantité proportionnée à la grandeur de la boîte, de gutta-percha ramollie dans l'eau bouillante, on la comprime entre les mains pour en faire sortir l'eau, puis on la roule en boule et on en applique la partie la plus unie sur le modèle ; on presse avec les pouces pour la faire pénétrer dans les creux, en commençant par le milieu, et se rapprochant successivement des bords, afin d'en chasser l'air qui, étant comprimé, laisserait son empreinte. Pendant que la matière est encore chaude et plastique, on met dessus un plomb épais qui dépasse de 2 ou 3 centimètres la boîte, mais qui entre juste dedans ; alors on soumet à une forte pression, de manière à faire sortir par les bords l'excédant de gutta-percha ; on laisse dans cet état de deux à cinq minutes, suivant l'épaisseur et pendant que cette matière conserve encore un peu de souplesse ; on retire le modèle et le fond de la boîte. Il est très-utile de marquer en dessous la partie du modèle qui a le plus de dépouille, afin de commencer à le sortir par cet endroit, autrement le creux pourrait fendre ou se déformer.

Pour des sujets de la grandeur d'un porte-monnaie, une presse à copier les lettres est assez forte ; mais pour les sujets de la grandeur d'un livre in-12, il faut déjà de grandes presses. Aussitôt que le creux est fait, que le modèle est sorti, on coupe tout autour l'excédant de gutta-percha et on la rend conductrice en introduisant avec des pinceaux un peu durs et de différentes grosseurs, de la plombagine dans toutes les parties où l'on veut que le métal se dépose ; on prendra la plombagine anglaise préparée comme on le verra plus bas ; cependant je préfère l'acheter toute préparée chez M. Brandely.

Cette méthode de faire les creux est très-bonne et réussit très-bien pour de petits sujets, mais elle serait très-difficile et coûteuse pour des sujets qui ont près d'un mètre comme on en fait maintenant ; aussi la pratique montre que le procédé suivant est préférable, en ce qu'il ne nécessite pas une presse, qu'il demande moins de gutta-percha, qu'il est plus facile et plus simple, et qu'il n'expose pas à briser les modèles en plâtre, lesquels doivent toujours être plongés dans un bain d'huile, ou mieux de stéarine chauffée, avant d'être

(1) Ou d'eau de savon un peu forte.

soumis à la pression. La stéarine en pénétrant dans le plâtre, augmente sa force et le rend susceptible de recevoir un beau poli en le frottant avec un chiffon ou une brosse à chapeau, poli qui est reproduit sur l'épreuve en cuivre.

Deuxième procédé. — On prend, comme pour le précédent de la gutta-percha purifiée que l'on fond dans une capsule ou dans une casserole avec le trentième de son poids d'huile de lin siccative, sur un feu doux et en remuant continuellement jusqu'à ce que le mélange soit bien opéré ; on la coule ensuite dans l'eau. Cette addition d'huile rend la gutta-percha pâteuse à un degré de chaleur moins élevé que lorsqu'elle est pure ; mais si on augmentait la proportion d'huile et si on la portait à un 1/15 ou même à 1/20, la gutta-percha perdrait sa cohésion et sa tenacité, et on s'exposerait à ce qu'il reste des parties de gutta-percha dans les parties fouillées du modèle quand on l'enlève du creux. Le grand avantage de cette addition d'huile de lin, c'est que la matière plastique pénètre très-facilement avec une légère pression dans toutes les parties du modèle. Il sufit pour cela de la laisser environ quinze minutes dans l'eau chauffée à 50° ou 60° C. la rouler en pelotte dans les mains après l'avoir comprimée pour en chasser l'eau et l'air, de l'appliquer sur le modèle posé sur une feuille de fer ayant un bord relevé de 1 ou 2 centimètres qui empêche la gutta-percha de s'étendre trop ; puis, après avoir fait pénétrer la masse en pressant avec les doigts de manière à ce que les creux du modèle seulement soient remplis, les laisser quelques minutes dans un four ou étuve chauffée à 80° environ ; alors la gutta-percha se liquéfie, les bulles d'air qui auraient pu être comprimées sur le modèle se dilatent et viennent crever à la surface. On retire la feuille de l'étuve et on ajoute de la gutta-percha pâteuse, de manière à ce que toutes les parties du modèle soient bien couvertes après avoir imprimé une légère pression avec la main ; lorsque tout est refroidi, on retire le modèle. Il est bon de hâter le refroidissement en laissant la masse quelque temps dans l'eau froide après qu'elle est devenue solide.

Troisième procédé. — Celui-ci diffère du précédent en ce qu'au lieu de ramollir la gutta-percha préparée à l'huile, dans l'eau chaude, on la chauffe dans une casserole, et lorsqu'elle est devenue pâteuse on la coule sur le modèle préalablement chauffé, sans introduire de nouveau à l'étuve et en mettant d'une seule fois la quantité nécessaire de gutta-percha. Cependant dans l'un et l'autre cas on peut encore en ajouter tant que la masse n'est pas solide, si des parties du modèle se découvrent ; seulement si l'on attendait trop

longtemps avant de faire cette nouvelle application, elle ne se collerait plus à la précédente. C'est après avoir rogné et ôté toutes les bavures que l'on procède à la métallisation du creux au moyen de la poudre d'argent très-fine ou de la plombagine suivant le cas. Toutefois après avoir appliqué la poudre conductrice de l'électricité; il faut, au moyen d'un frottement un peu fort, pénétrer avec un pinceau propre dans toutes les cavités pour en chasser la poudre non adhérente qui aurait pu y rester. Une chose à noter, c'est que si on laisse quelques jours les creux métallisés (je dirai métallisés lors même qu'on aura fait usage de plombagine) avant de les mettre dans le bain de sulfate de cuivre, l'application du cuivre se fait moins bien; dans ce cas, si après quatre ou cinq heures le moule n'est pas complètement couvert de cuivre, il faut le sortir, l'essuyer en faisant pénétrer du papier buvard fin dans toutes les parties pour le sécher, puis le métalliser de nouveau et le remettre dans le bain après l'avoir couvert d'alcool.

Préparation du moule avant d'être mis dans le bain.

Il faut d'abord poser un ou plusieurs conducteurs suivant la grandeur du sujet à reproduire : ce conducteur consiste en un fil fin de cuivre rouge passé dans deux trous percés au moyen d'une grosse aiguille sur les bords du moule en dehors du sujet (V. fig. 11); il est ensuite tordu derrière, et même si l'on veut économiser du cuivre précipité on recouvre de gutta-percha la partie qui plonge dans le sulfate de cuivre; ce fil de cuivre doit être recuit et décapé avant d'être employé; la partie A depuis le fil de cuivre qui passe dans les trous jusqu'au sujet doit être plombaginée pour conduire l'électricité dans le moule; quant à l'entourage, où le cuivre ne doit pas se déposer, on enlève avec un couteau bien tranchant une feuille de gutta-percha pour ôter la plombagine, ou bien on passe une forte couche de vernis à l'alcool, partout où le cuivre ne doit pas se déposer, sur le métal.

La gutta-percha étant plus légère que la dissolution de cuivre, il faudra poser derrière le moule une bande épaisse de plomb pour le maintenir au fond du vase; ce métal n'étant pas attaqué par le bain, ne l'altère pas, et ces bandes peuvent toujours servir. On chauffe légèrement cette bande de plomb et on la pose en face du conducteur, sur l'endroit le plus épais du moule, sur le derrière bien entendu, où il adhère.

Le tout étant ainsi disposé, si on met le moule dans le bain en *communication* avec le pôle négatif d'une pile, soit le

zinc, en face et à une petite distance d'une plaque de cuivre attachée au conducteur du pôle positif, le moule ne tardera pas à se couvrir de cuivre en s'étendant comme un réseau à partir du conducteur A. Après quelques jours le cuivre aura une épaisseur suffisante ; mais il arrive souvent que les bulles d'air restent fixées dans les cavités du moule avec une tenacité telle, que ni en soufflant dessus ni en passant un pinceau on ne peut les faire disparaître, et alors elles se couvrent de cuivre et on a de mauvaises épreuves. Un moyen excellent de les empêcher, c'est de remplir le creux avec un pinceau mouillé d'alcool ou de le plonger dans l'alcool immédiatement avant de le mettre dans le bain de sulfate de cuivre; l'alcool a la propriété de mouiller le moule et d'abandonner la place qu'il occupe au bain de sulfate de cuivre qui est plus pesant; c'est donc un effet de déplacement qui a lieu.

Malgré ces précautions il peut arriver que le cuivre ne se dépose pas dans les parties très-profondes et très-étroites, principalement lorsque les moules sont suspendus verticalement, parce que la dissolution de sulfate de cuivre une fois épuisée ne peut être renouvelée par la dissolution saturée; c'est pourquoi il faut quelques fois par jour remuer le bain et secouer les moules. Il faut également faire arriver des fils fins de cuivre dans ces parties où l'action de l'électricité serait nulle sans cela, à cause du plus grand éloignement où elles se trouvent de la plaque de cuivre et de l'obliquité des creux. Lorsque le sujet le permet comme, par exemple, dans un moule de buste ou de statue, on perce un trou au fond du moule, et à mesure que la dissolution qui est dans le moule s'épuise de cuivre, elle devient plus légère; la dissolution extérieure toujours saturée presse et entre par le trou du fond en chassant celle qui est épuisée. De cette manière le liquide se renouvelle continuellement. J'ai cru devoir donner tous ces petits détails pratiques sans lesquels on ne produit rien de bon ; ce qui décourage souvent les amateurs peu persévérants. Ces détails, qu'on nomme vulgairement les *ficelles* du métier, sont bien connus des personnes qui pratiquent cet art; mais on comprend qu'ils ont tout intérêt à les cacher; aussi ils échappent ordinairement aux auteurs des traités destinés à la publicité.

Du bain de sulfate de cuivre propre à la galvanoplastie.

Pour les copies de médailles, cachets et autres objets ayant peu de relief, on peut prendre simplement une solution saturée à froid de sulfate de cuivre ; mais pour les moules

d'un grand relief ce bain ne conduit pas assez bien l'électricité ; le cuivre ne se déposerait pas dans les profondeurs du moule, tandis qu'on aurait bien vite une application épaisse sur les parties proéminentes. Afin d'éviter ce fâcheux résultat, on rend le bain meilleur conducteur en ajoutant de l'acide sulfurique ; le bain auquel j'ai toujours donné la préférence est celui indiqué par le duc de Leuchtenberg dans le deuxième volume du *Manuel de Galvanoplastie*, p. 33. Ainsi préparée, une dissolution de sulfate de cuivre concentrée à la température ordinaire doit accuser 24 degrés Baumé ; on l'étend d'eau jusqu'à ce qu'elle marque 20° Baumé et on y verse de l'acide sulfurique à 66° Baumé jusqu'à ce que l'intensité de la liqueur remonte à 22° Baumé.

Pendant tout le temps que le cuivre se réduit de sa dissolution au moyen de l'électricité, le bain doit être maintenu à l'état de saturation en suspendant des nouets de toile contenant du sulfate de cuivre concassé, ou de petits vases en bois percés de trous que l'on suspend dans le haut du bain au moyen de crochets sur le bord du vase (V. fig. 12) ; le bois est préférable à la toile, qui ne tarde pas à être trouée.

Des auges à précipiter.

Pour la reproduction de petits objets, des vases en verre sont préférables à tous autres, parce que l'on voit le travail s'opérer et que le verre est imperméable au sulfate de cuivre ; il n'en est pas de même des vases en terre vernissée ; mais pour de grands objets le verre est un luxe qu'on ne peut guère se permettre, tant à cause du prix que de la fragilité. Les vases en gutta-percha doivent être très-bons, mais on ne peut pas partout s'en procurer ; aussi je m'en tiens aux cuviers et aux tonneaux bien cerclés auxquels on enlève un fond ; et pour éviter l'infiltration à travers le bois on les enduit d'une couche du mélange suivant :

Cire.	500 grammes.
Colophane.	2,500 —
Ocre.	500 —

Deux cuillerées à bouche de plâtre de Paris.

On peut également faire construire des auges d'autres formes.

Des appareils propres à précipiter le cuivre.

Toutes les piles en usage peuvent servir à précipiter le cuivre dans les moules et à obtenir des épreuves ; mais dans les grands établissements galvanoplastiques on ne se sert guère, *je crois*, que de la pile Daniell sous toutes les formes,

ou de l'appareil simple. Ce dernier est pour moi préféra
aux piles ou batteries, en ce qu'il est plus économiqu
précipite plus vite qu'une batterie si le diaphragme est t
poreux; seulement il demande à être surveillé pour a
un beau précipité, parce que le courant étant transmis
rectement du zinc sur le modèle qui ne font qu'un
couple dont le moule est l'élément positif, ce dernie
trouvant en commençant très-petit relativement à la sur
du zinc, jusqu'à ce que le creux ou moule soit complètem
couvert de cuivre, on doit en commençant mettre de l'
pure ou très-peu acidulée, et lorsque la surface est à
près couverte de cuivre, alors on ajoute de l'eau conten
1/20 d'acide sulfurique.

Lorsqu'on veut reproduire des médailles ou autres p
sujets l'appareil en tête sur la couverture du deuxième
lume de la galvanoplastie remplit très-bien le but; mais p
de grands moules la forme ronde du diaphragme n'est
avantageuse; et comme on se procure assez difficilement
vases poreux en porcelaine dégourdie de forme plate, v
la description du meilleur appareil que je connaisse, pa
que les moules ayant une position verticale et étant in
pendants, on peut les visiter, les changer de position à c
que instant.

On fait construire un cadre en bois (fig. 13) dont la pl
chette supérieure dépasse le cadre de manière à former d
oreilles qui reposent sur le bord du vase extérieur pour
maintenir dans cette position. De A en A, on a pratiqué
fente qui traverse la planchette et qui est assez large p
laisser entrer librement une plaque de zinc amalgamé; c
que extrémité de cette ouverture se termine par un trou
sert à mettre le bec d'un entonnoir pour introduire l'
acidulée comme on va le voir.

La partie B, C, D doit être arrondie extérieurement, l
unie, et d'une grandeur telle qu'une vessie de porc recou
juste ce cadre. On a soin de ramollir préalablement c
vessie dans l'eau tiède, et après en avoir coupé le haut
manière à en former un sac, on la renverse, parce que l'in
rieur de la vessie de porc est plus uni et que le cuivre s'y
tache moins; c'est dans cet état qu'on enfonce le cadre
dans et que l'on cloue la partie supérieure. En séchant
vessie se tend et prend parfaitement la forme du cadre
a alors un excellent diaphragme. Les petites chevilles
bois F, F plantées dans l'intérieur du cadre sont destiné
maintenir le zinc dans le milieu du cadre, parce que
touchait la vessie, cette dernière ne tarderait pas à se c
vrir de cuiv[illegible] endroit.

La figure 14 représente le cadre recouvert de la vessie et contenant la lame de zinc amalgamé H, à laquelle est fixée la pointe K au moyen d'une vis de pression ; cette pince porte un fil de cuivre CC servant à faire communiquer le zinc avec les moules, par le moyen de deux barres de cuivre H H reposant sur le bord du vase V de la figure 15 qui représente l'appareil complet et dont voici l'explication. V, auge en verre ou en bois (à laquelle on peut donner toute autre forme) contenant la solution de sulfate de cuivre ; B, cadre recouvert de la vessie et formant un vase poreux dans lequel on met le zinc Z et l'eau acidulée ; E, boîte percée de trous contenant du sulfate de cuivre en petits cristaux immergés dans le haut du bain afin de le maintenir saturé ; H, H, barres de cuivre en communication avec le zinc, sur lesquelles sont accrochés les moules B, B.

Je ne crois pas devoir m'étendre davantage sur les appareils producteurs d'électricité ; j'ai donné les détails de celui-ci parce que c'est le plus commode et qu'il donne de bons résultats. Pour la texture des différents dépôts de cuivre, on devra consulter un traité général de galvanoplastie.

Lorsque le dépôt de cuivre a acquis une épaisseur suffisante, on le retire du bain, on le lave, on le sèche, on le chauffe sur une lampe à alcool pour en séparer la gutta-percha lorsqu'elle est suffisamment ramollie ; pour enlever les dernières parcelles qui recouvrent le sujet, on le chauffe pour les brûler. On pourrait également, lorsqu'on veut conserver au cuivre son élasticité, enlever la faible couche de gutta-percha qui recouvre le sujet en le laissant quelques heures dans l'essence de térébenthine et le brosser ensuite. Lorsqu'il est nettoyé, on enlève avec une scie ou une lime l'excédant de cuivre sur les bords, et c'est alors seulement lorsqu'il est réparé qu'on procède soit au bronzage, soit à la dorure ou à l'argenture (1).

Du bronzage.

Comme les sujets après le nettoyage ont un aspect peu agréable, dû à un peu de plombagine qui est restée attachée au cuivre, il faut enlever cette matière, et pour cela il suffit

(1) On m'a remis ces jours derniers un échantillon de gutta-percha qui, à la température atmosphérique, est poisseux, collant, flexible, un peu élastique, ressemblant par ces dernières propriétés au caoutchouc ; son odeur est très-forte, ayant une grande analogie avec celle du cuir neuf, mais plus désagréable et prenant moins bien les empreintes que l'autre. Cette variété, que je ne connaissais pas, est d'un mauvais usage pour la galvanoplastie.

de dérocher les sujets dans l'eau tenant 1/10 d'acide su rique après les avoir chauffés, et de les passer à la br rude. On peut les bronzer simplement avec une brosse et t peu de plombagine ou par un des procédés en usage pour les médailles. Si on veut les dorer, il est nécessaire, apr le dérochage, de les cuivrer en les remettant quelques mi nutes dans l'appareil (fig. 15); ils en sortent d'une coule rouge très-belle; on les passe vivement à l'eau, et on l porte de suite dans le bain d'or chauffé à environ 30°, où il ferment le circuit de la pile. L'opération pour l'argenture est la même, seulement on ne chauffe pas le bain. Les objets sortent d'un très-beau mat de l'un et l'autre bain. On comprend que le temps de l'immersion ne peut pas être indiqué, puisque l'on peut dans un même temps faire une dorure plus ou moins forte. Seulement, quand le courant électrique est trop intense, la dorure est moins belle; on peut faire valoir le mat en brunissant quelques parties avec un brunissoir de sanguine et de l'eau de savon.

De la fabrication des cadrans de montres.

Quelques essais dans cette direction ont été faits dans ces derniers temps, et quoique la réussite (ce qui tient plutôt à l'inexpérience des ouvriers qu'au manque du procédé) n'ait pas été complète, je ne doute nullement que cet art n'arrive sous peu à l'état d'industrie quand il sera entre les mains d'ouvriers persévérants et intelligents. Afin de mettre sur la voie ceux qui n'ont aucune idée de la chose, je crois devoir entrer ici dans quelques détails.

On commence par faire un cadran semblable à ceux que l'on veut reproduire; ce cadran doit être en or ou en argent, parce que ces métaux sont ceux sur lesquels on obtient le plus beau guilloché sans nuances et qui se coupent le mieux au burin du graveur. Lorsque les heures sont gravées en creux ou rapportées en relief, on peut avec le même cadran en faire une douzaine, et de plus les varier en changeant les centres au moyen de petits sujets ou ornements en argent que l'on soude à l'étain seulement pour en prendre l'empreinte. Ici où il n'y a que peu de relief et de la dépouille, la gutta-percha ne présente aucun avantage sur les autres matières susceptibles de recevoir une empreinte. On devra préférer un métal, soit l'alliage fusible, soit le plomb par la pression, soit enfin en mettant directement le cadran d'or dans l'appareil galvanique après l'avoir recouvert en dessous avec un vernis; de cette manière on obtient un creux métallique d'une parfaite exactitude; seulement je ferai observer

qu'en le prenant en cuivre il ne tarde pas à s'oxyder et que le poli se trouve alors altéré. Il vaut donc mieux, au lieu de les dorer pour éviter l'oxydation, mettre son cadran modèle dans un bain d'or ou d'argent, et lorsqu'il y a une épaisseur suffisante continuer à l'épaissir dans le bain de cuivre ; de cette manière on a un moule en or ou argent renforcé de cuivre qui est inaltérable. C'est dans ces creux que l'on fabrique des cadrans, en suivant les mêmes procédés, c'est-à-dire que si l'on veut faire un cadran de plaqué d'argent sur cuivre on commencera par mettre le moule dans un bain d'argent jusqu'à ce que l'argent ait acquis l'épaisseur voulue, puis on le plongera ensuite dans le bain de cuivre ; de cette manière on arrivera à reproduire des cadrans absolument semblables au modèle, pour éviter l'adhérence entre le moule et le cadran on pourra consulter le *Manuel de Galvanoplastie*.

Ce que j'ai dit des cadrans pourrait également s'appliquer aux fonds des boîtes de montres. On peut se faire une idée de l'importance que pourrait acquérir cette industrie dans la fabrique d'horlogerie Neuchâteloise où l'on fabrique en moyenne trois cent mille montres par année. Je ne comprends pas le peu d'empressement que les ouvriers artistes mettent à s'emparer des nouvelles industries et à les appliquer à l'horlogerie, qui se prête si bien aux différents genres de décoration.

Composition de modèles avec divers sujets.

Au commencement de cet article j'ai dit que l'on pouvait composer des groupes d'animaux naturels ou de fruits, comme on peut également dans certains cas se contenter de couvrir les fruits d'une couche de cuivre après les avoir métallisés par le procédé de Brandely (V. *Traité des manipulations*, etc.) (1). Ce procédé, qui est le plus facile, le plus expéditif, n'est pas le plus exact, parce qu'il altère les détails si on applique une épaisseur de cuivre un peu forte, et que la surface devient en même temps raboteuse, inconvénient inévitable et qui est nuisible à l'emploi de ce procédé.

Les personnes qui s'occupent de galvanoplastie comme récréation, et qui ont quelques notions de dessin et de perspective, pourront varier beaucoup leurs ouvrages en composant elles-mêmes des tableaux de la manière suivante : on prendra un fond de tableau de la grandeur voulue sur le-

(1) *Traité des Manipulations électro-chimiques appliquées aux arts et à l'industrie*, par M. Brandely, in 8. Prix : 5 fr.; à la *Librairie Encyclopédique de Roret*, rue Hautefeuille, 12.

quel les objets seront petits et peu accusés, c'est-à-dire avec peu de relief; on pourra même composer ce fond en soudant à l'étain sur une planche de cuivre plusieurs fonds de petites plaques de même genre, et en rapportant sur les points de jonction des arbres ou de petits motifs également avec un faible relief. On s'arrange de manière à porter en avant le bas du tableau pour avoir un premier et un second plan et le fond qui forme le troisième; c'est sur cet assemblage que l'on dispose son sujet. Supposons que l'on veuille reproduire une fête de village, on fera *comme au théâtre :* les objets et les personnages du fond ne seront que dessinés, et à mesure qu'ils approchent du premier plan ils deviennent plus grands, plus détaillés et avec plus de relief, de cette manière à ce que les premières personnes soient en ronde-bosse. Pour atteindre ce but, il suffit d'une douzaine de sujets différents. On prendra dans l'un un groupe de buveurs : dans un autre deux ou trois danseurs, etc., en découpant dans des épreuves galvaniques les sujets convenables au moyen d'une petite scie très-étroite, afin de pouvoir contourner facilement. Lorsqu'ils sont découpés on les étame en dessous en passant avec un pinceau du chlorure de zinc neutre, et en fondant ensuite du plomb, afin de rendre le tout assez solide pour résister à la pression; on termine par monter son tableau en faisant tenir chaque groupe à la place qu'il doit occuper au moyen de petits rivets en cuivre; l'on soude proprement à l'étain; on produit de cette manière des modèles d'un très-bel effet; seulement je ferai observer que tous ceux qui sont ronde-bosse ne doivent pas être soudés parce qu'ils ne sortiraient pas du moule en gutta-percha, et lors même même qu'on parviendrait à les faire sortir il y aurait de grandes difficultés pour y faire déposer du cuivre; il est préférable de les faire séparément et de les souder sur chaque épreuve ensuite; ce qui est assez facile, ou même de ne pas chercher trop la difficulté en voulant produire des rondes-bosses, quoique maintenant on fasse de toute pièce des statues par la galvanoplastie dans plusieurs fabriques; c'est même la spécialité de M. Oudry, à Paris. Cependant pour arriver là il y a de grandes difficultés à vaincre, et il faut une connaissance parfaite de cet art.

Galvanoplastie de l'argent.

Ce n'est qu'après avoir acquis assez de connaissance dans la galvanoplastie du cuivre que l'on pourra commencer celle de l'argent, parce que ce dernier métal étant d'un prix plus élevé les pertes en essais infructueux seraient plus considérables.

La dissolution d'argent la plus convenable à la galvanoplastie est celle indiquée précédemment pour l'argenture; seulement il est convenable d'y ajouter un excès de cyanure de potassium. On peut composer la dissolution en faisant dissoudre une partie de cyanure d'argent dans dix parties de cyanure de potassium et cent parties d'eau distillée; si l'on emploie l'appareil figure 15, on doit autant que possible remplacer la vessie par un vase en porcelaine dégourdie, et il faut toujours, au lieu d'eau et d'acide sulfurique pour exciter le zinc, prendre une forte solution de cyanure de potassium et employer le zinc non amalgamé. Il est également convenable de suspendre un nouet contenant du cyanure d'argent dans le haut du bain pour remplacer l'argent réduit et précipité. On peut également se servir d'une pile de Daniell à six couples et employer un anode en argent fin. Les moules en gutta-percha doivent être, dans ce cas, métallisés avec la poudre d'argent au lieu de plombagine; du reste, l'opération est la même que pour la galvanoplastie du cuivre.

Explication des figures.

Fig. 1. Epingle à tête conique pour piquer les pièces.
Fig. 2. Brosse à grainer les roues.
Fig. 3. Brosse à grainer les mouvements.
Fig. 4. Gratte-boesse.
Fig. 5. Disposition des conducteurs pour électroliser le bain neuf.
Fig. 6. Feuille de zinc pour dorer à la plaque.
Fig. 7. Disposition du système pour dorer à la plaque.
Fig. 8. Outil à épargner les roues.
Fig. 9. Manière de piquer les roues sur la plaque de liège.
Fig. 10. Caisse à mouler en gélatine.
Fig. 11. Boîte à fond mobile pour le moulage en gutta-percha.
Fig. 12. Petit vase en bois pour contenir le sulfate de cuivre.
Fig. 13. Appareil à tenir les moules en gutta-percha.
Fig. 14. L'appareil précédent recouvert de la vessie.
Fig. 15. Appareil complet pour précipiter le cuivre.

COLORATION DES MÉTAUX

AU MOYEN DES OXYDES MÉTALLIQUES ET DE L'ÉLECTRICITÉ.

Lorsqu'on vit apparaître dans le commerce les premières dorures et argentures galvaniques appliquées aux différentes industries, on en comprit d'abord tous les avantages; aussi cet art occupe-t-il depuis longtemps un grand nombre de personnes. Mais au lieu de couvrir un métal d'un autre métal moins oxydable et toujours d'un prix assez élevé, tels que l'or, l'argent, le platine, etc., application qui ne peut se faire sur des objets d'une grande dimension et de peu de valeur, on peut substituer à ces métaux précieux, des oxydes inaltérables et à bas prix, comme les peroxydes de plomb, de fer, qui sont d'une grande fixité, surtout ce dernier, et qui donnent des couleurs très-variées et d'une vivacité d'autant plus grande que le métal sur lequel on l'applique est mieux poli. Ainsi, par le procédé que je vais indiquer, on aura des couleurs beaucoup plus agréables à l'œil que celles que l'on obtient par l'oxydation directe d'un métal au moyen de la chaleur, comme on le fait pour donner le bleu à l'acier, le jaune à l'argent poli, ou par des dissolutions chimiques employées ordinairement à bronzer, c'est-à-dire à oxyder ou sulfurer le laiton, le cuivre et l'argent.

Il y a quelques années, lorsqu'un fabricant d'aiguilles de montres, qui cherchait à varier non-seulement les formes et les dessins de ses aiguilles, mais qui faisait des essais de coloration au moyen de vernis, me fit voir les résultats infructueux qu'il obtenait et me demandait des conseils, je lui indiquai le procédé Becquerel, qui donnait effectivement des couleurs, mais des couleurs différentes sur le même objet : ainsi une aiguille avait la pointe verte, le corps rouge et la tête jaune. (La cause est facile à indiquer : c'est que l'électricité tend à se dégager plus facilement par les pointes et les parties saillantes que par celles qui sont arrondies, et ce phénomène est d'autant plus sensible que le courant électrique est plus intense; puisqu'en prenant un courant très-faible qui n'a que juste la force nécessaire pour traverser et décomposer le bain on obtient une couleur uniforme; on comprend alors que le corps et la pointe, ou flèche, des aiguilles de montres, étant très-minces et dégagés, prennent les couleurs bien plus promptement que la tête qui présente une surface plus grande et arrondie.) Mais après avoir fait subir plusieurs modifications à l'appareil, il put enfin obtenir une couleur uniforme.

Quand on vit les premiers résultats heureux de ces essais, la sensation produite chez les fabricants fut bien différente. Quelques-uns firent éclater leur admiration ; d'autres, et ce fut le plus grand nombre, dirent que c'était de mauvais goût, que cela avait l'air clinquant, paillon, qu'on ne voulait pas de montres vernies, etc.; langage qui accompagne toujours chaque innovation, comme cela est arrivé de tout temps chez nous, et arrivera probablement longtemps encore. C'est que l'on a une prévention et de l'antipathie pour tout ce qui est nouveau, et qu'au lieu d'encourager une invention, on cherche à l'étouffer à sa naissance ; mais si le nouveau-né est assez vigoureux, il survit à ces étreintes, il prospère, et insensiblement on s'y habitue et on l'adopte. Prenons pour exemple la dorure galvanique « qui ne valait rien ; qui n'était ni belle ni solide ; qui changeait en passant la mer ; dans une année on n'en voudra plus. » Voilà ce qu'on prophétisait il y a 10 ans. Et la dorure galvanique a bravé ses détracteurs et s'est implantée à tout jamais dans la fabrique. Ce qui est arrivé pour la dorure des mouvements d'horlogerie est arrivé aussi pour la mise en couleur des pièces de montres, et notamment pour les aiguilles et pour la dorure des roues, à présent que cet art n'est plus le monopole de quelques individus, mais bien le domaine de tous. Je pourrais prédire aussi que dans une année on ne polira que fort peu de roues, qu'on les demandera dorées, parce que leur prix ne sera plus trop élevé pour l'horlogerie ordinaire. Mais revenons à l'oxydation.

Pour résoudre la question au point de vue industriel, il fallait encore rendre l'application d'oxyde adhérent, non-seulement sur l'or, le platine et l'argent, mais sur le fer, l'acier, le cuivre et ses alliages. Pour ces derniers il faut nécessairement une dissolution alcaline du métal à précipiter, donc je n'avais le choix qu'entre la potasse, la soude et l'ammoniaque. Parmi les oxydes que dissout la potasse je citerai les protoxydes de plomb, d'étain, l'oxyde de zinc, de chrome, d'aluminium, etc.; tandis que l'ammoniaque dissout le protoxyde de fer, les oxydes de zinc, de cadmium, de nikel, de cobalt, etc. Les dissolutions d'oxyde de plomb et de fer, que l'on peut se procurer partout, indiquent la marche à suivre pour toutes les autres.

Des oxydes transparents.

Les résultats auxquels je suis parvenu dans ces derniers temps, et que je décris avec beaucoup de soins et de détails dans cet exposé, atteignent, je l'espère, le but que je me

suis proposé : d'indiquer les procédés les plus simples et les meilleurs, à l'aide desquels on obtient des teintes uniformes et variées sur des objets de formes et de métaux quelconques, pourvu qu'ils soient préalablement dorés. Je n'ai passé sous silence aucun des détails pratiques utiles pour éclairer l'industrie; mais je dois dire ici que je suis loin d'avoir terminé ce travail et d'avoir fini d'explorer ce vaste champ de découvertes; n'ayant encore essayé qu'un petit nombre de dissolutions, je n'indique aux artistes que ce qui a été fait avec succès, et les conduis sur la route à suivre pour réussir dans leurs recherches.

Le phénomène de la coloration électro-chimique sur les métaux est le même que celui qui a lieu lorsqu'on expose à la chaleur un objet en acier poli; il prend d'abord une couleur jaune, due à une lame très-mince d'oxyde de fer qui se forme à sa surface. En continuant à chauffer, cette lame d'oxyde devient plus épaisse et nous paraît rouge; et à mesure que son épaisseur augmente nous la voyons violette, puis bleue, puis grise, et en continuant à chauffer, on voit se former une seconde série des mêmes couleurs, mais beaucoup moins apparentes que les premières. Eh bien, ce qui se passe pour l'oxydation de l'acier par la voie sèche, se reproduit exactement par la voie humide, en précipitant le protoxyde de plomb, de sa dissolution alcaline de potasse; mais avec un grand nombre de couleurs, puisque l'on voit successivement paraître toutes les couleurs prismatiques, même le vert. Ces couleurs sont incomparablement plus vives que par la voie sèche, qui ne donne de couleurs vives et brillantes que sur l'acier, l'argent, le nikel, le bismuth et le plomb. C'est précisément parce que les oxydes de ces métaux son transparents (1) qu'ils sont susceptibles de donner des cou leurs vives par l'électro-chimie; mais on pourra essayer to les métaux dont les oxydes donnent des couleurs par la vo sèche, et qui sont solubles dans la potasse caustique; tels q ceux de tungstène, de molybdène, de chrome, d'aluminiu de tellure, de vanadium, etc. Il est utile, pour plusieurs ces métaux, d'ajouter à la dissolution potassique quelq gouttes d'ammoniaque.

J'étudie en ce moment la manière dont se comportent oxydes de ces différents métaux sous l'action du courant é trique et en dissolutions alcalines différentes. Si cet ouv est bien accueilli par le public, je donnerai par la sui résultat de mon travail.

(1) *Lorsque la couche appliquée est extrêmement mince.*

Composition des bains.

Dissolution plombique. — On dissout 398 ou 429 grammes de potasse caustique dans un litre d'eau distillée ; on ajoute environ 125 grammes de protoxyde de plomb (massicot), ou à défaut on prend de la litharge ; on fait bouillir 10 minutes dans un matras à col étroit, afin d'éviter le plus possible le contact de l'air. Lorsque le bain est refroidi, on décante le liquide, et l'excédant du massicot qui reste au fond du matras sert pour une autre dissolution. On étend d'eau distillée le liquide jusqu'à ce qu'il marque 24 à 25 degrés de l'aréomètre de Baumé (l'expérience a prouvé que cette densité était la plus convenable pour obtenir de belles couleurs), et après s'en être servi, il convient de le remettre dans un flacon bien bouché, pour éviter que des corps étrangers ne s'y introduisent. Lorsque cette dissolution a servi quelque temps, il se forme quelquefois du carbonate de potasse, que l'on décompose en le faisant bouillir avec de la chaux caustique ; on laisse déposer le carbonate de chaux formé et on décante la partie claire pour s'en servir de nouveau. La dissolution devant toujours être saturée de plomb, il faut de temps en temps la faire bouillir avec du massicot (1). En employant le bain préparé comme je viens de l'indiquer, il arrivera, lorsque les objets présenteront des aspérités, qu'il ne prendront pas une teinte uniforme : c'est probablement parce que le liquide n'est pas aussi bon conducteur d'électricité que le métal ; mais on peut facilement y remédier en augmentant la conductibilité du bain par l'addition d'un acide (2). On avait indiqué l'emploi de la crème de tartre (tartrate acide de potasse) comme une grande découverte pour obtenir des couleurs sur acier et des teintes uniformes ; mais j'ai reconnu que les autres sels acides produisent le même effet. Ainsi ceux qui ont préconisé l'emploi de la crème de tartre ne se rendent nullement compte de son action, puisque si, au lieu de bitartrate de potasse, on prend le tartrate neutre de potasse, même en forte proportion, la dissolution n'éprouve aucun changement ; que de tous les sels et de tous les oxacides c'est le moins bon (3) ; que dans la crème de

(1) Ou en laisser au fond du flacon afin que la potasse puisse en dissoudre à mesure qu'elle devient libre, quand le plomb s'est déposé.

(2) Ou en chauffant le bain de 30 à 40 degrés.

(3) L'acide de sel présente de graves inconvénients, puisqu'il fait changer les couleurs beaucoup plus vite.

tartre c'est purement et simplement l'acide tartrique q agit, et qu'on le remplace avantageusement par les acides trique, oxalique, acétique, etc. En résumé, il est probal que l'on aura le même résultat avec tous les oxacides qui précipitent pas le plomb de sa dissolution potassique. M je dois encore faire observer, qu'en ajoutant la crème tartre ou un acide quelconque, on nuit considérablemen la solidité de la couleur qui, par ce moyen, est souvent cha gée au bout de 24 heures. Ainsi, cette addition peut ét envisagée plutôt comme nuisible qu'avantageuse, et ne co stitue pas, selon moi, un perfectionnement. Aujourd'hui q l'on est maître du procédé, qu'on peut le varier de mille m nières, la crème de tartre est devenue entièrement inut pour obtenir les couleurs sur acier.

Préparation du massicot.

Comme on ne trouve pas de massicot bien préparé ch les droguistes, on doit le préparer soi-même, parce qu'il préférable à la litharge, comme soluble dans la potasse cau tique. — On étend dans un couvercle de creuset ou aut vase évasé, en terre non vernissée, du minium; on chau le vase jusqu'au rouge obscur, en remuant continuelleme avec un crochet de fer. Le minium, qui est une poudre rou devient noir par la chaleur, et en continuant à le chauf il passe au jaune citron, qui est la couleur voulue; mais l'on chauffe un peu trop, il se fond et se vitrifie. Dans ce on a la litharge vitrifiée, qui se dissout très-difficilement donne de mauvais bains.

Dissolution de fer.

Quoique cette dissolution présente des difficultés dans préparation et dans l'emploi, elle peut cependant devenir d' bien fréquent usage; je dirai même qu'elle est indispensal dans certains cas, parce qu'elle donne des nuances que l' n'obtient pas avec la dissolution de plomb.

On fait dissoudre à l'aide de la chaleur du protosulfate fer pur (1) dans l'eau distillée; ensuite on a soin de faire d gager par l'ébullition l'air que le liquide contient quand n'a pas à sa disposition une pompe pneumatique. On l'e ferme ensuite dans un flacon bouché soigneusement à l meri. Lorsqu'on veut s'en servir, on en verse une certai quantité dans un vase en verre ou en porcelaine; on ajou

(1) Le protosulfate de fer doit être d'un vert très-pâle; s'il avait des taches jau *rouille de fer, il faudrait le rejeter.*

de l'ammoniaque également privée d'air, jusqu'à ce que le précipité qui se forme au commencement soit dissous. La liqueur, ainsi préparée, ne peut pas servir plus d'une heure, parce que l'oxygène de l'air ambiant, agissant à la surface du bain, précipite de l'oxyde vert, il y a en outre le dégagement d'ammoniaque qui est désagréable à respirer, quand il faut être rapproché du bain en opérant sur des objets délicats. Les couleurs que l'on obtient ont l'avantage d'être beaucoup moins altérables que celles du plomb, elles sont plus vives et tout aussi solides que le bleu de l'acier obtenu par la chaleur.

De la préparation des objets à recouvrir.

Becquerel a dit dans son mémoire sur la dorure galvanique : *telle est la surface du métal, telle est la couche déposée, pourvu que cette couche soit très-mince*. Cela s'applique également à l'oxydation, sur les métaux non oxydables seulement, parce que l'objet à colorer se plaçant au pôle de la pile où se dégage l'oxygène, sa surface ne resterait pas brillante si le métal pouvait se combiner à l'oxygène. On doit donc, autant que possible, appliquer cette couche de peroxyde de plomb sur l'or (1) ou sur un métal doré fortement, ou encore sur le platine auquel le peroxyde de plomb donne un bleu admirable, tandis que sur l'or il donne le vert; en voici l'explication. Le métal primitif se voit à travers la couche transparente qui influence cette dernière; ainsi un métal jaune donnera avec le bleu une couleur verte, tandis que le platine, l'acier, l'argentan, étant blancs, ne changent pas la couleur bleue (2); il paraîtrait même, d'après Becquerel, que dans ce cas il y aurait combinaison du platine. Il faut remarquer que la couleur verte n'apparaît sur l'argentan et les autres métaux blancs qu'après avoir passé par le bleu.

(1) Les personnes peu familiarisées avec les phénomènes de l'électricité et les termes de chimie pourraient souvent confondre ces mots de *protoxyde* et *peroxyde*. Voici ce qui les fera distinguer. La dissolution est toujours faite avec le protoxyde, c'est-à-dire avec le métal le moins oxydé; il se dégage de l'oxygène sur l'objet attaché au positif de la pile dans le bain, qui se combine au protoxyde de plomb; il s'applique et le fait passer à l'état de peroxyde; c'est-à-dire que l'oxyde de plomb, en se déposant, prend encore de l'oxygène que lui fournit l'action de la pile.

(2) Cependant, sur l'acier et l'argentan, on obtient le bleu et le vert. La couleur verte est ainsi donnée effectivement par le bain et ne provient pas uniquement du métal *sous-jacent*; mais alors pourquoi ne l'obtient-on pas sur le platine? [illegible]

La coloration de l'argent ne ressemble en rien à celle des autres métaux, quoique l'on puisse suivre les différentes couleurs, parce que ce métal éprouve promptement une oxydation, qui ternit sa surface et empêche les couleurs de paraître. Les alliages qui contiennent de l'argent, même en petite quantité, ne se colorent pas bien et changent promptement, on doit donc éviter ce métal avec soin.

De l'appareil galvanique.

L'appareil simple, composé d'un vase en verre (*fig.* 16) renferme de l'acide azotique étendu, dans lequel on plonge un vase poreux (*B*) contenant la dissolution de plomb. Dans l'acide se trouve une lame de platine, qui porte un conducteur (*C*), auquel est attaché l'objet à colorer, pour le faire arriver dans la dissolution de plomb. Cet appareil est celui indiqué dans le traité d'électro-chimie de Becquerel ; mais je trouve bien préférable l'emploi d'une petite pile indépendante et à force constante de deux couples seulement. Les conducteurs, ainsi que l'électrode négatif, doivent être en fer ou en platine, l'électrode se termine ordinairement en pointe (*fig.* 17) quand on veut colorer des aiguilles ; mais lorsqu'on a un objet d'une grande surface à oxyder, on doit le suspendre par deux ou un plus grand nombre de conducteurs attachés aux angles opposés. Si la pièce est d'une grande dimension et qu'on veuille l'oxyder des deux côtés, l'électrode ordinaire (*fig.* 17) ne suffit plus ; il faut alors un tube à plusieurs branches dont chacune est en communication avec le pôle négatif de l'appareil décomposant, par un fil qui vient y aboutir. Ces fils sont passés dans un bouchon de liège (*A*, *fig* 18), afin de pouvoir les faire glisser l'un sur l'autre dans le sens de leur longueur. La lame est placée entre deux pointes, chaque surface est à la même distance de la pointe en regard. On peut également réunir et disposer un grand nombre de fils en forme de pinceau. Comme on le voit, la forme de cet électrode joue un grand rôle, et contribue au succès. On peut également colorer intérieurement une surface hémisphérique, en remplissant la capacité de la dissolution, et en mettant ce vase en communication avec le pôle positif ; on immerge le tube électrode de manière à placer la pointe au centre. Un tube électrode ordinaire, qui réussit très-bien, c'est un fil de fer ou de platine renfermé dans un tube de verre que l'on effile, en laissant dépasser le fil de platine d'un millimètre environ (*fig.* 19). On peut encore, *dans certains cas*, prendre l'appareil *fig.* 20 (*A*) à vase de

plomb, contenant la dissolution de plomb ; à ce vase est soudé un appendice en laiton ayant un trou et une vis de pression (*B*). C'est dans ce trou que l'on passe le conducteur du pôle négatif de la pile, soit du zinc ; et au conducteur du pôle positif on attache l'objet à colorer (*qui est représenté dans la figure par une sonnette*) et du moment où il est immergé, on voit paraître les couleurs. On retire l'objet aussitôt qu'il a la couleur voulue. Ce système est très-facile et donne toujours une couleur uniforme sur des pièces de forme ronde, parce que le courant électrique, qui parcourt tout le vase en plomb, arrive dans le bain par tous les points également ; il pourra, je crois, être avantageux pour les pièces d'horlogerie.

Préparation et nettoyage des pièces avant la coloration.

D'une bonne préparation dépend le succès de l'opération ; ainsi plus l'objet est poli, et plus les couleurs sont vives : le métal qui a été bruni se colore mieux que celui qui a été seulement poli au rouge. — Avant d'être mise en couleur, la pièce doit être nettoyée pour en enlever toutes les matières grasses ; c'est dans une eau de potasse, ou mieux dans une dissolution alcoolique de potasse qu'on la plonge, en la lavant ensuite à grande eau : on peut aussi, pour de grands objets, se servir de craie blanche. Mais d'une manière ou d'une autre, on ne doit plus les toucher avec les doigts ou avec un linge ; il faut prendre les plus grandes précautions en les attachant au conducteur.

De la mise en couleur.

Supposons maintenant que l'on veuille colorer des aiguilles de montre : on en mettra 6 paires sur un râteau en acier dont les branches ont la forme et l'élasticité nécessaires pour livrer passage au canon de l'aiguille par une pression et la fixer solidement. La confection de cet instrument est difficile et longue, et pour en faire bien comprendre la forme, j'en donne le dessin (*fig.* 21). — On met le conducteur *A* en relation avec le positif d'un couple de Bunsen ou de deux couples de ma pile, excités d'eau légèrement acidulée par l'acide sulfurique ; on plonge le râteau chargé de 6 paires d'aiguilles nettoyées ; on imprime quelques secousses afin de dégager les bulles d'air qui sont retenues aux trous des têtes d'aiguilles. Le râteau doit être recouvert de 3 centim. environ de liquide ; si on l'enfonçait davantage, l'épaisseur de la couche du liquide empêcherait de voir passer les différentes

nuances, et on n'atteindrait pas si facilement la teinte voulue. Tout étant ainsi disposé, on promène l'électrode (*fig.* 17 *ou* 19) à la surface du bain, de manière à ce que la pointe seulement plonge ; après 5 ou 6 secondes on voit les aiguilles changer ; on laisse passer le premier ordre de couleurs, et lorsqu'elles sont grises, c'est alors que le second ordre commence. En effet, on voit le gris disparaître pour faire place au jaune, qui à son tour s'évanouit et laisse apercevoir le rouge. C'est ce moment qui demande toute l'attention de l'opérateur pour ne pas dépasser la nuance exacte qu'il désire, car notez que les couleurs paraissent toujours moins foncées dans le bain qu'elles ne le sont en réalité : ainsi, lorsque les aiguilles paraissent rouges dans le bain, elles sont violettes après les avoir essuyées. Pour les avoir rouges, il faut donc les sortir lorsqu'elles paraissent de couleur orange seulement. S'il arrive que la pointe ait pris la couleur voulue avant la tête, alors on sort du liquide la partie assez colorée pour laisser le reste dans le bain dans lequel on fait arriver le courant par intervalle ; c'est-à-dire que l'on pique un instant le liquide avec l'électrode et l'on répète l'opération jusqu'à ce que l'on ait obtenu le résultat voulu.

Le temps nécessaire pour passer en couleur varie de 10 à 40 secondes, suivant l'intensité du courant et la grandeur de l'objet ; il va sans dire que dans cet espace de temps on peut passer ensemble 6 à 12 paires d'aiguilles en communication avec le même conducteur, parce qu'alors elles ne forment qu'une seule pièce ; et notez bien qu'elles viennent d'une couleur plus uniforme qu'en ne passant qu'une seule aiguille à la fois.

Observations.

1° Lorsque la pile marche trop fort, on voit les gaz oxygène et hydrogène se dégager sur les électrodes; l'objet à colorer se couvre alors d'un fard grisâtre et l'électrode en fer se charge de plomb métallique en éponge : il n'y a plus moyen d'obtenir de couleurs, il faut repolir l'objet et diminuer le courant.

2° Si l'on soumet au courant une plaque de laiton d'une certaine grandeur, elle reste passive; il est alors impossible de lui faire prendre une couleur quelconque, quelle que soit l'intensité de l'électricité. Dans ce cas il faut commencer l'immersion par une petite partie de la plaque et ne l'enfoncer que graduellement à mesure qu'on voit qu'elle change de couleur.

3° Si l'objet à colorer est d'une grande dimension, il arri-

vera inévitablement qu'il prendra plusieurs couleurs, parce que les parties les plus éloignées du point d'attache sont celles qui se colorent le plus vite. Cet effet est d'autant plus sensible que le liquide est moins bon conducteur. Pour y remédier, il faut, comme je l'ai déjà dit, multiplier les points d'attache en plusieurs endroits, afin de répartir le fluide également, et se servir d'un électrode à plusieurs branches.

4° Un bain neuf produit toujours plusieurs nuances sur une même plaque, de quelque manière qu'on s'y prenne; c'est en faisant usage du bain qu'il s'améliore. Pour parer à cet inconvénient et pour améliorer un bain neuf, on laisse tremper quelques minutes les aiguilles placées sur leur râteau d'acier dans ce bain avant de les mettre en couleur dans un vieux bain; c'est-à-dire que lorsqu'on a un bon bain qui donne une couleur uniforme, on en prépare un autre en y laissant tremper les aiguilles avant de les passer en couleur dans le bon bain, pour dissoudre ainsi les dernières traces des corps étrangers qui pourraient se trouver à la surface.

5° Lorsque la couleur est manquée, soit qu'elle ait plusieurs nuances, qu'elle soit trop foncée, terne ou tachée, on trempe l'objet dans l'acide acétique ou du fort vinaigre blanc, qui dissout l'oxyde de plomb sans attaquer le métal; ainsi on peut passer en couleur le même objet, deux ou trois fois sans le polir de nouveau, s'il est en or à 14 karats au moins.

6° Après avoir passé en couleur 5 ou 6 fois un objet fortement doré, la dorure est complètement enlevée; il faut alors le dorer de nouveau et le brunir.

7° J'ai déjà dit que les pôles sont disposés à l'inverse de ce qui se fait pour la dorure; c'est-à-dire que c'est au pôle zinc que l'on met l'électrode en fer que l'on tient de la main droite, et que c'est au pôle charbon que doit être attaché l'objet à mettre en couleur.

8° Si un objet coloré est mis au pôle zinc, et l'électrode en fer au pôle charbon, le tout dans le bain de plomb, l'oxyde de plomb sera dissous sans que le métal soit terni. On pourra donc remettre cet objet en couleur de suite en le changeant de pôle. Je préfère même ce moyen d'enlever la couleur à celui du vinaigre.

Coloration d'un bouquet de fleurs en différentes couleurs.

Supposons un groupe de fleurs ciselées et gravées sur une plaque en métal, pour broche ou épingle. Si la plaque n'est pas en or, on commence par la dorer fortement après avoir matté ou frisé le fond, et c'est sur ce fond mat et doré que

l'on opérera la coloration de la manière suivante : on co
le fond et tout qui doit rester or avec l'épargne liquide
au moyen d'un petit pinceau, après quoi on passera e
leur. Lorsque toutes les fleurs auront la couleur rouge
on couvrira d'épargne celles qui doivent rester de cett
leur. puis on passera le reste au violet; ensuite on co
d'épargne celles qui doivent être violettes, et on cont
à passer en couleur jusqu'au bleu, que l'on couvrira
ment d'épargne ; et à la fin il ne reste de découvert q
feuilles ; alors on pousse la coloration jusqu'au vert
peut encore nuancer, puisque le premier vert qui par
foncé, et que si l'on tient l'objet dans le bain un inst
plus, il deviendra plus clair, et finirait par devenir
Quand la pièce est ainsi colorée, on dissout l'épargn
l'essence de térébenthine à froid ; on lave avec une
douce et de l'eau de savon, puis ensuite avec de l'eau c
et on essuie avec un linge fin. — Ces diverses couleu
imitent les couleurs naturelles des fleurs et qui sont
sur un fond or ou argent mat, font un effet admira
laissent bien loin derrière elles les peintures sur émail
la vivacité et l'éclat ; mais malheureusement elles n'
pas la solidité. Quelques fleurs argentées, avec les éta
dorées, font un bel effet dans les bouquets. Du reste,
tiste intelligent peut varier beaucoup son coloris, et au
fleurs il peut peindre des oiseaux et autres objets.

Coloration des vis de montres.

Cette mise en couleur ne présente aucune difficult
prend une feuille de fer percée de trous de différentes
deurs, dans lesquels la tige des vis peut entrer libr
sans laisser passer la tête (*fig.* 22) ; cette feuille est
par une tige, comme le râteau. Les vis d'acier doive
trempées et polies très-noires, contrairement à cell
l'on bleuit par la chaleur, qui demandent un poli gr
vis d'une montre, ainsi colorées en rouge, font un f
effet, et si la tête est bombée, elles imitent assez b
rubis ; il en est de même d'un balancier à facettes pol

Des causes d'altération des couleurs.

L'air sec n'altère nullement les couleurs de peroxy
plomb ; il n'en est pas de même de l'air humide, prin
ment s'il contient des traces d'acide sulfureux ou de s
drique ; c'est pourquoi la transpiration fait changer
guilles d'une montre, si la boite ne ferme pas hermé
ment. Un phénomène, que j'ai vu se reproduire très-so

c'est que, de deux paires d'aiguilles de même or, passées en couleur ensemble, dans le même bain et dans les même conditions, la couleur d'une paire était entièrement changée après 8 jours, tandis que l'autre paire n'avait subi aucune altération après une année. J'en ai cherché la cause sans succès pendant plus de deux ans; j'ai fait tous les raisonnements possibles, et je suis maintenant convaincu que cette prompte altération est due à une très-faible quantité de potasse retenue, qui réagit promptement sur le peroxyde de plomb et le change en protoxyde, qu'elle peut ensuite dissoudre.

Moyen de prévenir l'altération des couleurs.

Après avoir parlé des deux principales causes d'altération des couleurs,je dois indiquer ici les moyens de la prévenir, du moins pour le dernier cas. Il suffit, en effet, en sortant l'objet du bain de plomb, quand il a la couleur voulue, de le laver à l'eau bouillante, qui dilate le métal et enlève les dernières traces de potasse; on essuie et on sèche sur une plaque de fer chauffée sur la lampe à alcool. Les nombreux essais que j'ai faits ont tous parfaitement réussi.

Quant à l'application d'un vernis sur les objets colorés, voici ce que dit M. Becquerel :

« Le meilleur vernis serait sans aucun doute celui qui, » étant saturé d'oxygène, n'en enlèverait pas au corps qu'il re- » couvre; or aucun vernis ne possède cette propriété; on est » donc forcé de prendre celui qui est le moins altérable à l'air.

» On distingue quatre espèces de vernis : 1° le vernis à » l'alcool; 2° le vernis à l'essence de térébenthine; 3° le » vernis à l'huile de lin, et 4° le vernis à l'huile de lin lithar- » gée. Les résines employées pour faire les deux premiers » sont la gomme laque ou la gomme copal. Les trois pre- » miers vernis ne peuvent convenir, car ce sont ceux qui al- » tèrent le plus les couleurs. Le quatrième les altère aussi, » mais moins, surtout quand il est saturé de litharge, parce » qu'alors il est moins disposé à réagir sur le peroxyde. Voici » la composition de ce vernis : dans un pot vernissé, on met » 1/2 litre d'huile de lin, de 4 à 8 grammes de litharge en » poudre fine, 2 grammes de sulfate de zinc, et l'on chauffe » à une chaleur modérée pendant plusieurs heures. Quand la » dissolution de l'oxyde de plomb est faite, on filtre pour sé- » parer la litharge excédante. Si l'huile est trop épaisse, on » la liquéfie avec de l'essence de térébenthine, qu'on a fait » bouillir préalablement dans un ballon avec de la litharge, » pour enlever l'acide succinique qui pourrait s'y trouver, » lequel altérerait les couleurs. Le vernis ainsi préparé, on

» l'étend sur la pièce en couche fort mince avec un p
» ceau, et on le fait sécher à une douce températu
» quand la pièce est bien sèche on pose une seconde cou
» que l'on fait également sécher. A la première applicat
» du vernis, voici les effets que l'on observe : le bleu
» second ordre disparait, de sorte que le vert bleuâtre dev
» vert jaune; le jaune et le rouge changent très-peu. Qu
» aux couleurs du 3me ordre, surtout le vert foncé, e
» restent intactes. Il faut dire que ce vernis ne jouissant
» d'une transparence parfaite, puisqu'il est coloré en br
» les couleurs perdent de leur éclat, mais gagnent en solidi

J'ai reconnu, par un grand nombre d'expériences, que vernis indiqué par M. Becquerel ne peut pas servir, et quel que soit le vernis appliqué sur les aiguilles de cou rouge du second ordre (qui est celui auquel on s'arrête gé ralement), il fait passer le rouge au jaune ; de sorte que pourrait croire que le vernis enlève la couleur ; mais il est rien. Cette disparition apparente est due à une épaiss ajoutée, qui modifie les rayons de lumière, puisqu'en dis vant cette couche de vernis on retrouve le rouge intact. reste il faut se souvenir qu'ici le phénomène des couleurs l'effet d'une couche de peroxyde de plomb, qui par même a toujours la même couleur. Mais à une très-fa épaisseur il modifie les rayons de lumière, de manière à n faire successivement distinguer le rouge, le bleu, le ver mesure que l'épaisseur s'accroît. Ainsi en augmentant l'ép seur, soit par un vernis, soit par un autre corps trans rent, la couleur sera nécessairement modifiée.

Le peroxyde de plomb n'est pas le seul agent qui produ cet effet ; j'ai déjà cité les oxydes transparents en géné Les combinaisons de chlore, de brôme et d'iode avec l gent se comportent de même que les oxydes, avec cette férence que les oxydes sont assez solides pour résister frottements ; ainsi, dans la photographie, on reconnaît la plaque d'argent est couverte d'une couche de brôme d'iode plus ou moins épaisse d'après la couleur jaune, rou ou violette, qu'elle prend quand on l'expose à ces vape

Nouveau procédé de coloration des métaux.

M. Vogel dit, que quand on fait fondre ensemble du fer cyanure de potassium et du carbonate de potasse, pour p parer le cyanure de potassium, d'après M. Liebig, il se p cipite du fer métallique. En chauffant ce fer au contact l'air, on observe qu'il passe successivement par toutes *nuances* mates de l'iris. Si l'on prépare le cyanure de po

sium sur une feuille de platine, ce dernier métal se recouvre d'une couche adhérente de fer métallique qui, après avoir été suffisamment purifié par la chaleur, présente les plus belles nuances de l'arc-en-ciel. Le mat de cet enduit donne aux objets en platine, qui en sont recouverts, un aspect fort élégant. — Ce moyen pourra probablement être employé avec avantage pour décorer la bijouterie de platine, dont la couleur est si terne et si peu flatteuse.

Il ne suffit pas toujours pour réussir de travailler d'après l'indication d'un procédé, décrit d'une manière claire, précise et consciencieuse ; le succès d'une opération dépend souvent de la qualité et de la pureté des agents, des matières et des ingrédients que l'on emploie. Or, comme les industriels se servent ordinairement des produits du commerce qui sont plus ou moins purs, et qu'ils ne peuvent eux-mêmes s'assurer du degré de leur pureté, ils doivent s'en rapporter à la bonne foi du marchand, qui ne les fabrique pas lui-même et qui a pu être trompé le premier, l'ouvrier s'expose ainsi à des déceptions et à des pertes de temps en tâtonnements. Pour éviter ces désagréments, j'offre tous les produits nécessaires à la dorure, argenture, platinage, oxydation, etc. ; que je fabrique moi-même avec le plus grand soin et spécialement pour cet usage. Je puis fournir également tous les appareils, ustensiles et accessoires, dont je donne plus loin le détail et les prix.

Sur le nouveau billet de la banque d'Angleterre et la substitution de l'impression typographique sur électrotypes à celle en taille-douce (1), par M. A. Smee.

Au mois de novembre 1851 j'ai eu l'honneur de présenter à M. Hankey, gouverneur de la banque d'Angleterre à cette époque, un rapport dans lequel je disais que, d'après les faits et les observations que j'avais pu recueillir, je croyais que le temps était arrivé où la banque d'Angleterre pourrait employer avantageusement pour ses billets l'impression en relief au moyen d'électrotypes, billets qu'on pourrait imprimer et numéroter en même temps à la presse typographique ordinaire avec une économie considérable et une identité plus complète dans l'aspect extérieur. En présentant ce rapport,

(1) Ce Mémoire a été présenté et lu à la Société des arts de Londres, le [illegible] décembre 1854.

j'ajoutais qu'il se présenterait bon nombre de difficultés et je demandais, en conséquence, qu'il me fût permis de faire des essais sur l'effet en blanc lui-même, en annonçant que lorsque le procédé aurait été amené à l'état de perfection, on pourrait l'appliquer au billet de la banque avec toute l'expérience que l'impression du billet en blanc pourrait suggérer.

Jusque-là les billets et effets de la banque d'Angleterre avaient été invariablement imprimés avec des planches de cuivre et d'acier où les lignes étaient gravées ou taillées dans le métal. C'est dans ces cavités que l'imprimeur faisait pénétrer l'encre, qui pendant l'opération du tirage se trouvait transportée de la planche sur le papier. Dans l'impression sur relief c'est le contraire, et, au lieu d'être découpé dans l'intérieur de la planche, le dessin est laissé en saillie et l'encre étant appliquée sur toutes les parties proéminentes par le rouleau, est transportée à la pressse typographique sur le papier pendant l'impression.

Dans la gravure en creux, on taille au burin un trait qui est destiné à contenir l'encre, dans celle en relief, on cerne une ligne sur ses deux côtés et on évide de part et d'autre. Ce travail augmente matériellement la difficulté de la gravure, mais cette difficulté se résout en dernière analyse en travail, habileté et frais.

Dès qu'on possédait un dessin original il fallait que les moyens de multiplication fussent parfaits, et sur ce point je prévoyais qu'il surgirait de nombreuses difficultés ; toutefois l'expérience que j'ai acquise en électro-métallurgie suffisait pour me convaincre que la perfection qu'exigeait la banque et que réclamaient les intérêts commerciaux pourrait très-bien être atteinte. Avec un original suffisamment bien fait et d'amples moyens de reproduction il n'y avait plus nécessairement à résoudre qu'une question, importante il est vrai, qui était celle de la capacité de la presse typographique pour donner des impressions de nature à remplir le but proposé.

Dans l'impression en taille-douce, le papier est pressé dans les tailles du dessin et l'encre n'a aucune tendance à s'étaler, mais dans l'impression typographique, le papier paraît disposé à coiffer la lettre ou les traits sur les bords, et, par suite de la pression qu'on applique, l'encre est sujette à maculer sur ceux-ci, c'est-à-dire à produire une impression dont les dimensions sont plus grandes que celle du dessin original. J'avais bien prévu que le succès de l'impression en relief des billets de la banque dépendrait beaucoup de la capacité de la presse de donner rapidement des impressions irréprochables. A ce sujet mon expérience était en grande partie fondée sur

l'observation des impressions de l'*Illustrated London News* et autres recueils périodiques de même nature, où j'avais observé que, malgré une production rapide et dans les circonstances les plus défavorables, on obtenait parfois des impressions en partie ou en totalité d'une netteté parfaite, sans que l'encre s'étalât le moins du monde sur les côtés. J'en concluais qu'il suffirait d'étudier les conditions nécessaires pour obtenir une impression bien nette et que dans ces conditions l'impression en relief devait rivaliser avec celle en creux et nous procurer en outre tous les avantages qui caractérisent si éminemment l'impression typographique.

A la lecture de ce rapport, M. Hankey donna de suite l'ordre de recommencer les expériences et me permit d'opérer avec M. Hensman, ingénieur, et M. Coe, surintendant, à l'impression, et malgré que chacun de nous eût séparément son département ou ses travaux propres où nos connaissances individuelles étaient de la plus grande utilité, cependant nous nous cousultions ensemble sur tous les sujets, et par nos efforts mutuels opérés ainsi vers un but commun et dans l'intérêt de la banque, nous sommes parvenus à vaincre toutes les difficultés, et amener le procédé à l'état pratique pour la variété infinie d'effets et de billets dont la banque a besoin pour son service. Indépendamment de l'idée première qui m'appartenait exclusivement, la responsabilité d'amener le système à bonne fin pesait également sur nous trois, mais c'était à MM. Hensman et Coe seuls qu'était confiée la conduite des opérations.

La forme originale ou le modèle des divers billets ou effets adoptée avait déjà été exécutée et arrêtée sous la direction de M. Hankey et la cour des directeurs avant de commencer nos travaux, et quoique la manière particulière dont le billet était dessiné ajoutât matériellement aux difficultés, c'était une condition impérative de la banque de ne s'écarter en rien de ce dessin; nous étions mis en demeure de le reproduire avec la plus rigoureuse fidélité, condition qui a été remplie avec une telle rigueur qu'on ne s'en est écarté que dans un seul cas où l'on s'est permis simplement d'adopter des lignes un peu plus ouvertes que dans le dessin original, parce qu'on avait observé que sur la planche modèle le dessin était tellement fin qu'il n'aurait pas été possible d'obtenir de bonnes épreuves en grand nombre.

Au moment où nous fûmes requis de copier implicitement les dessins spécialement adaptés pour l'impression en taille-douce, nous commençâmes à désespérer du succès de l'opération, car dans tous les autres cas où l'on avait fait choix de

l'impression sur relief, le dessin avait été adapté à ce genre d'impression. Cette difficulté devint toutefois pour nous un aiguillon qui ne fit que nous stimuler et nous força à faire de nouveaux efforts, mais, je dois l'avouer, tout en marchant avec précaution et pas à pas, nous n'avions cependant pas la certitude que nous ne serions pas obligés d'abandonner quelques-unes des parties du dessin original. Si on en excepte ces conditions impératives, nous avions toute liberté de conduire les opérations comme nous l'entendrions; dans tous les cas, c'est à la haute administration de l'établissement et à ses vues libérales que je crois devoir attribuer en grande partie le succès de nos travaux.

La gravure en creux du dessin original était nécessairement la base de la nouvelle opération. Toute la partie écrite du billet avait été gravée par M. Beckets, graveur de la banque, mais le dessin qui représente la Grande-Bretagne (Britannia) avait été dessiné par M. M'Clise et gravé par M. Robinson. Tel était le modèle qu'on a remis entre nos mains: après diverses expériences on a fait graver la figure Britannia d'une manière propre à faciliter la reproduction sur un coin d'acier, et ce travail a été exécuté par le doyen des graveurs anglais, M. Thompson, dont le public connait le sentiment artistique. Les autres parties des billets et effets ont été en grande partie gravés par M. Skirving, les uns sur des morceaux de *laiton*, les autres sur des planches de cuivre de 12 à 13 millimètres d'épaisseur. Dans aucun cas les originaux n'ont été employés à l'impression, et n'ont servi qu'à faire des moules, de façon qu'en laissant de côté quelques altérations fortuites soit mécaniques soit chimiques, ils ont conservé toute leur intégrité et la conserveront sans autre changement pendant un temps d'une durée quelconque, ce qui permettra à toutes les époques d'en prendre un nombre quelconque de duplicatas. D'après quelques recherches qui nous sont propres, nous croyons qu'il y a fort peu de personnes douées d'une suffisante habileté pour exécuter ce genre de travail avec toute la perfection qu'exigeait la banque, mais dans tous les cas le fini de l'œuvre de M. Skirving a reçu généralement les témoignages les plus flatteurs d'approbation.

Pour multiplier le dessin original nous avons eu recours à la force que nous offrait les procédés d'électro-métallurgie, et nous avons adapté les diverses formes de batterie que j'ai décrites dans le *Philosophical Magazine* de juin 1840 et dans mon ouvrage sur l'électro-métallurgie (1). Nous avons

(1) *Manuel de Galvanoplastie*, par MM. Smee et de Valicourt, 2 vol. in-18, fig.

employé pour agent de cette force, la batterie voltaïque d'argent platiné que j'ai inventée et qui, après 14 années d'épreuve, est adoptée aujourd'hui pour reproduire les planches des cartes du canevas géodésique de l'Angleterre, et sert à l'observatoire de Greenwich à transmettre l'heure correcte dans toute la ville de Londres.

A la banque nous nous sommes servis de grandes batteries dont les vases pouvaient contenir une charge en acide de plusieurs gallons. La plaque d'argent platiné est d'une assez forte épaisseur et les zincs sont disposés de telle façon qu'on peut aisément les changer. Plus est pur le zinc roulé serré, qu'on peut se procurer, plus il y a d'économie dans la marche du procédé, car alors on n'est pas exposé à la perte inévitable qui provient de l'étain, impureté qui est souvent présente. Nous avons soin, toujours dans un but d'économie, d'amalgamer le zinc, et au fait nous préférons répéter l'opération une ou deux fois, afin qu'il n'existe pas d'action locale.

Pour charger la batterie on s'est servi d'acide sulfurique étendu, et en général on a mélangé les liquides dans la proportion de un d'acide pour sept d'eau. On trouve de l'avantage à donner au mélange un poids spécifique de 1130 qui est une force convenable pour monter les batteries. Une batterie chargée avec ce liquide persiste dans son action pendant près de trois semaines avant d'être complètement épuisée, mais dans la pratique après qu'elle a fonctionné de sept à quatorze jours, elle s'affaiblit, présente les symptômes de la vieillesse et en général nous n'en exigeons plus de travail et nous lui fournissons une nouvelle charge pour la rappeler à l'activité, et à sa première vigueur. Quand la batterie est complètement épuisée, la solution a un poids spécifique de 1340 et renferme 144 grains (9gram.33) de zinc sur 1000 grains (64gram.8) de liquide en supposant qu'on ait compensé les pertes dues à l'évaporation, et à la condensation par l'addition journalière d'une certaine quantité d'eau.

Afin de nous assurer des changements qui surviennent dans la batterie, nous nous sommes la plupart du temps servi d'un hydromètre, mais j'ai construit pour cet objet un instrument spécial que j'appelle *batteriemètre*. Le point correspondant au poids spécifique 1130 est appelé unité et l'intervalle entre ce point et celui de 1360 est divisé en 144 parties. Au moyen de cette division chaque degré représente un grain de zinc dissous dans 1000 grains de liquide. Le côté opposé de l'échelle entre les mêmes points est divisé en 60 parties dont chacune pour 1000 grains de liquide représente *environ 1/1000* d'épaisseur de pouce anglais, par chaque

pouce superficiel de surface sur laquelle le cuivre est réduit dans la cuve à précipitation. Dans cette division on n'a pas tenu compte de quelques actions locales du zinc. Au moyen de cet instrument on pèse réellement le zinc qui est entré en combinaison avec l'oxygène de l'eau dans laquelle il se dissout ensuite. Par suite de l'attraction entre le zinc et l'élément de l'eau il se développe une force au moyen de laquelle on produit la planche aux billets de banque. Cette attraction ne diffère pas génériquement de celle entre le carbone et l'air dans l'acte de la combustion, qui est la source de la puissance de la machine à vapeur. Dans la batterie électro-métallurgique, on observe toutefois le premier exemple de l'évaluation d'un changement primaire dans la matière dans le but de déterminer la quantité de travail virtuellement exécuté. Dans la machine à vapeur la houille qui brûle ne nous fournit pas nécessairement une matière bien exacte pour le travail exécuté, et, même dans l'animal, qui est la plus parfaite de toutes les machines, la nourriture que prend par exemple un soldat n'est pas du tout l'indication, ou la mesure du chemin qu'il parcourra ou du nombre d'ennemis qu'il pourra tuer.

Dans l'application du *batteriemètre* on trouve une explication d'une loi qui gouverne tous les phénomènes physiques. Sans changement dans la matière on ne peut pas développer de force physique, et toute force physique peut être rapportée à un changement correspondant dans la matière. Avec notre appareil électro-métallurgique on obtient un effet égal au changement primaire de la matière à quelques centièmes près, résultat qu'on peut considérer comme un glorieux triomphe des efforts et de la sagacité de l'homme. Si au moyen de ce batteriemètre on parvient a populariser ces grandes lois, et à conduire à des inductions plus générales sur le rapport de l'effet à la cause, on sera amplement récompensé du travail qu'on aura consacré à ces sortes de recherches.

Pour contenir la batterie et sa charge nous employons généralement les meilleurs vases en terre vernis au sel marin. Chose qui semble singulière c'est qu'il n'y a pas de nature de vase qui résiste d'une manière permanente aux attaques de la solution des sels métalliques. Les sels s'infiltrent dans la masse la plus intime de la matière et les vases eux-mêmes qui servent à contenir et conserver l'encre se désaggrègent promptement. En résumé les vases en terre sont préférables à ceux en verre, parce qu'ils sont moins fragiles et je pense qu'il suffira d'avoir signalé ce sujet pour que l'industrie fasse

quelque tentative pour produire une matière économique aussi imperméable que le verre et aussi durable que la poterie.

A la banque d'Angleterre nous avons trouvé commode d'employer des vases de forme parallélipipède. Ceux en acajou doublés en gutta-percha sont convenables et économiques. Dans la plupart de nos travaux nous nous servons d'une cuve verticale, parce que le sujet peut promptement y être introduit et en être retiré pour l'examiner. Quand il s'agit d'un dépôt rapide nous employons la cuve horizontale dans laquelle le sujet est déposé sur le fond, avec le pôle cuivre en dessus. Plusieurs phénomènes ou lois chimiques assez compliquées paraissent se rattacher à l'emploi de cet appareil. En premier lieu le sulfate de cuivre possède un pouvoir diffusif peu étendu et par suite de cette propriété il est transporté avec tant de lenteur à travers le liquide qu'à ne compter que sur lui, nos travaux auraient certainement échoué ; en second lieu la solution saturée de sulfate de cuivre qui se forme au pôle positif est tellement lourde qu'elle descend du point où elle s'est formée comme une cataracte au fond du vase; enfin la partie de la solution dépouillée de son cuivre, devient si légère qu'elle s'élève rapidement au sommet. Pour obtenir un dépôt rapide nous cherchons à former le nouveau sel dans la partie supérieure de l'appareil afin qu'il puisse descendre dans le point où il doit se déposer et que la portion du liquide devenue plus légère monte pour se mélanger avec celle plus dense. Sous le rapport pratique, la cuve verticale est propre aux besoins de la banque, mais quelque importants que soient ces besoins, les lois de la nature sont immuables et ne varieront pas pour se plier à cette circonstance.

Jusqu'au moment actuel le meilleur sel qu'on connaisse pour la réduction du cuivre par l'électro-métallurgie est le sulfate de ce métal, et, à l'exception de quelques essais sur le nitrate, nous l'avons constamment employé dans nos travaux. Nous avons toujours une cuve neutre contenant une solution simple à trois parties saturées. Pour les besoins généraux nous nous servons d'une solution saturée étendue avec de l'acide sulfurique aussi étendu de la force de celui de la batterie dans le rapport de un demi à un tiers du volume. Nous avons soin de n'employer que du sulfate de seconde cristallisation, ainsi que d'acide sulfurique et d'eau distillés, car toutes les impuretés seraient nuisibles. Pour notre pôle positif nous employons le meilleur métal possible et il est présumable que les nombreux bâtiments russes que la guerre a

mis à la disposition de l'Europe occidentale fourniront par leur doublage d'excellents matériaux, car on sait que le cuivre de Russie passe généralement pour être pur et exempt d'étain.

Pour peu qu'on étudie la cuve à précipitation on peut la considérer comme un petit laboratoire de chimie fort curieux et fort intéressant, où il se produit simultanément deux effets et cela dans des proportions exactement équivalentes. Cette cuve en effet nous présente la meilleure de toutes les fabriques de produits chimiques pour la production du sulfate de cuivre par la combinaison de la plaque de ce métal avec l'acide du sel, et on peut aussi y reconnaître la fonderie la plus parfaite qu'on connaisse et dans laquelle le métal est coulé molécule par molécule avec une habileté qui démontre plutôt la perfection de la nature que l'impuissance des opérations humaines.

En thèse générale nous n'employons qu'une seule batterie avec une seule cuve. Quand nous désirons obtenir une action rapide nous nous servons d'une batterie composée de deux éléments en série, mais cette disposition entraine dans des frais doubles pour batterie. Dans un très-grand nombre de cas, où le temps ne fait rien à l'affaire, nous nous servons d'une cuve composée avec une batterie simple, c'est-à-dire que nous disposons deux cuves en série avec une seule batterie, disposition qui nous permet de faire agir deux fois la puissance de notre batterie et d'obtenir deux équivalents de cuivre, un dans chaque cuve et par conséquent à moitié prix. Cette disposition de batterie n'est pas difficile à conduire. Nous l'avons placée sur une des chambres de sûreté en fer qui existent à la banque et les fils en traversent la paroi pour charrier et amener la force électrique. Là, à l'abri des curieux, sans avoir besoin de soins ou de surveillance, le travail marche jour et nuit sans interruption, et quand le dépôt a acquis une épaisseur suffisante on enlève le moule et on détache le dépôt.

Le métal déposé est d'une excellente qualité, et une portion d'une des figures Britannia, pesée soigneusement, a donné un poids spécifique de 8.85. Pour nous assurer de la ductilité du métal, nous en avons envoyé les rognures à MM. Horne et Thornthwaite, qui ont trouvé qu'une livre anglaise pouvait être tirée en un fil de trois milles et demi ou 5640 mètres de longueur.

Les autorités de la banque interdisent autant qu'il est possible le feu et par conséquent nous n'avons pas pu maintenir nos chambres ou nos solutions à une température élevée, *chose fort désirable* dans bon nombre de circonstances. Mais

il vaut beaucoup mieux que nous ayons éprouvé cet obstacle et que la marche de nos procédés en ait été retardée, plutôt qu'un seul document de l'établissement ait pu être compromis par nos opérations.

Ainsi mis en possession d'originaux convenables, et fixés sur les moyens appropriés pour en tirer des duplicatas, il ne nous restait plus qu'à chercher à obtenir des moules parfaits. Quand l'original est en bois on emploie généralement le gutta-percha, mais il est nécessaire que le moule soit mis en œuvre aussitôt qu'il est préparé, parce qu'il se contracte peu à peu au point de ne plus être apte au service qu'on en exige. Quand on se sert de gutta-percha on l'enduit avec de la plombagine, on la place dans la solution et le cuivre se dépose dessus. Toutes les plombagines ne sont pas propres à cet usage et quand elles ont été exposées à l'air pendant quelque temps, il convient soit de les chauffer soit d'employer le bisulfure de carbone ou un autre liquide volatil pour en chasser l'air adhérent.

Parfois, lorsque nous avons des originaux en métal et que le temps presse, nous employons des moules clichés, mais nous les rejetons toutes les fois que nous pouvons les éviter. La figure Britannia est, comme on l'a déjà dit, gravée sur acier et on en prend des moules en la frappant sur un métal mou et pur fixé sur une plaque en laiton, procédé qui fournit en effet des moules très-purs.

Pour tous les autres originaux, et quand nous voulons atteindre la perfection, nous avons recours aux électro-moules, et à eux uniquement. A cet effet l'original est placé dans la cuve à précipitation et on y dépose une couche épaisse de métal. Il y a fort peu de risques d'adhérence et encore moins de difficulté, avec un peu de soin, pour obtenir un moule parfait. Je pense qu'il est à peine nécessaire de dire qu'il faut placer cet original dans le point et la position bien convenables, car on conçoit l'horreur qui saisirait un opérateur au moment où jetant les yeux dans sa cuve, il verrait un original d'un grand prix détérioré et se dissoudre au lieu de se charger d'un dépôt de métal.

Lorsque l'électro-moule est suffisamment épais on y soude un fil en métal, on l'enduit de cire derrière et sur les côtés et on s'en sert pour obtenir par dépôt les duplicatas. Avec les électro-moules on est fort exposé aux adhérences, chose qu'il faut prévenir avec habileté. Parfois nous faisons usage d'une couche mince d'air, ainsi que je l'ai décrit dans mon électro-métallurgie, parfois nous employons avec beaucoup de succès les vapeurs qui s'élèvent du sulfure d'ammoniaque,

procédé imaginé tout spécialement pour les opérations de la banque. Dans l'un ou l'autre cas les moules étant introduits dans la solution à l'état sec, de petites bulles d'air peuvent adhérer et être entraînées avec le moule dans la solution au grand détriment de l'électro-moulage. En songeant à cet inconvénient j'ai pensé qu'il serait à désirer qu'on pût introduire le moule à l'état humide. Après y avoir réfléchi longtemps et à la suite de nombreuses expériences, il m'a semblé qu'on pourrait faire l'application de la couche de métal à l'état infini de division sous lequel elle est employée dans ma batterie. Avec un peu d'attention, plusieurs métaux sous cet état peuvent remplir le but, mais j'ai donné la préférence au platine. Quand l'opération est exécutée avec soin, j'ai obtenu les succès les plus complets avec le procédé de platinage. Néanmoins, assez ordinairement, et quand il y a négligence, on observe qu'il y a tendance à ce que de petites gouttelettes adhérentes de liquide soient entraînées, et ces gouttelettes dans le travail se recouvrant de métal, les moulages présentent de légères dentelures qui sont fatales au succès des opérations. En résumé, je considère ce procédé comme une addition à nos connaissances et comme pouvant être en particulier applicable aux ouvrages en lignes profondes et onduleuses.

Les moulages de la figure Britannia sont généralement déposés sur une épaisseur suffisante dans la cuve composée pour qu'ils aient de suite la forme et les dimensions requises. Les autres sujets sont communément doublés avec de l'alliage à soudure et amenés ainsi à l'épaisseur convenable. Dans le cas où les lignes sont très-déliées et en même temps profondément découpées ou évidées, il faut que le métal présente une aggrégation très-soignée, autrement le métal s'accumule de chaque côté du porte-moule et il reste une fente ou lacune au centre du métal. Dans quelques cas, cette circonstance serait un inconvénient fatal, et dans ceux où il est urgent de l'éviter, nous employons une batterie d'un faible pouvoir avec une solution plus concentrée de sulfate de cuivre dans la cuve à précipitation.

Tous les dépôts qu'on fait dans les électro-moules exigent, pour atteindre toute leur perfection, les soins les plus minutieux. Il serait fastidieux d'insister sur tant de points en apparence sans importance, mais qui exigent toute l'attention. Néanmoins, avec les soins convenables, on peut dire qu'il n'y a pas de mode de reproduction qui présente une semblable identité. Dans tous nos électro-moulages, toutes les fois qu'on a observé la bulle d'air la plus insignifiante, on a

mis la pièce de côté, attendu que les quelques sous que l'on dépense pour le dépôt d'une semblable quantité de cuivre ne sont rien en comparaison de l'émission dans le public de billets d'une grande perfection.

Quoique les circonstances m'aient conduit à étudier d'une manière plus spéciale les opérations électro-métallurgiques, je dois dire cependant qu'il est important que l'électricité soit appliquée à propos et qu'on ne la fasse pas intervenir dans nos services en toute occasion et dans les cas où elle est ou non applicable. Relativement au billet de banque, on a longtemps discuté pour savoir si pour certaines parties on emploierait le coin ou le poinçon d'acier, mais par diverses raisons on s'est déterminé à faire usage d'un original en acier, avec moules en plomb pour les électro-moulages. Il y a toutefois quelques cas où le système du coin ou du poinçon ou celui de transport de Perkins pourraient être appliqués avantageusement à l'art typographique.

Les électro-moulages, quand ils sont prêts pour l'impression, sont montés sur des blocs solides en laiton, et pour cet objet on a été obligé de construire un grand nombre d'outils. Dans ces détails du système il faut bien remarquer la différence qu'il y a à faire entre les travaux préparatoires à la formation d'un article et sa production en nombre infini. Dans notre système d'outils, si une partie quelconque de la forme est endommagée on la remplace immédiatement par une autre. Cette nouvelle pièce est pourvue des mêmes trous taraudés et des mêmes vis, et toutes ses parties étant fabriquées sur un même calibre on donne à tout le système une rigoureuse exactitude, qu'il eût été impossible d'obtenir si on en avait livré les détails au caprice ou au jugement d'un ouvrier. A l'aide de ce système toutes les parties du billet sont maintenues rigoureusement dans la même position relative et on s'assure par là d'une manière absolue de l'identité dans la forme du billet. A la banque il y a toujours un grand assortiment d'électrotypes tout prêts à être montés au premier ordre, et si l'un d'eux est par hasard endommagé, un autre est aussitôt préparé pour être introduit exactement au même lieu où se trouvait placé celui qui l'a précédé. L'électro-cuivre est d'une telle durée qu'on peut à peine assigner la limite à laquelle il est hors d'usage, et au journal le *Times* on assure qu'un moulage de ce genre a déjà fourni 20,000,000 de tirage sans être encore complétement usé. Jusqu'à présent on n'a pas encore atteint la limite de la durée des électro-moulages pour l'impression des billets de la banque et on a déjà imprimé au-delà de un million de

ceux-ci sans effet bien sensible. Cette durée considérée seule est une chose d'une importance considérable, parce que par elle on est plus particulièrement certain d'arriver à une identité parfaite.

Il n'y a peut être pas, dans tout le procédé pour la fabrication du billet, d'objet qui ait plus d'importance et qui soit digne d'un plus vif intérêt que la production par M. Portal du papier sur lequel il est imprimé. La fabrique est située dans le Stampshire sur la rivière Test, et ce beau cours d'eau fournit la force qui met en jeu les machines nécessaires à cette fabrication. Le récepteur qui transmet la force à ces machines est une turbine semblable à celles usitées en France et en Belgique.

Le nouveau billet de banque porte une vergeure nouvelle et le dessin qui a été adopté est attribué à Mme Wyndham-Portal qui a suggéré la forme de cette vergeure qui a été approuvée par la cour des directeurs. Les modifications introduites dans cette vergeure constituent une partie importante du nouveau billet ; en outre on a teinté ou dégradé le papier par les moyens proposés par MM. Smith et Brewer, invention qu'on peut considérer comme une addition précieuse aux procédés mécaniques de la fabrication du papier et qui a été récompensée par une médaille à la grande exposition de 1851. Cette invention appliquée aux effets de la banque, consiste dans sa partie essentielle dans l'emploi de matrices garnies d'acier et sur lesquelles on grave le modèle désiré ; ces matrices sont ensuite trempées en les chauffant dans un tas de charbon de vieux cuir, puis en les plongeant tout à coup dans l'eau. On se sert ensuite de ces matrices qu'on tient avec des pinces en cuivre ou en étain dans une machine à balancier pour estamper des planches de laiton en feuille et ainsi gaufrées, ces planches sont limées sur le dos jusqu'à l'épaisseur requise pour que l'eau qu'entraîne la pâte à papier puisse passer à travers les ouvertures. Les différentes pièces en laiton qu'on prépare ainsi au balancier et après qu'elles ont été limées et réduites d'épaisseur, sont réunies et combinées ensemble à la fabrique de papier par M. Brewer, qui en constitue sa forme à papier, et qu'il dispose de telle façon que chaque forme fournit deux couples de billets.

Dans la pratique ce procédé paraît réunir plusieurs avantages. En premier lieu il y a identité parfaite dans la vergeure du papier, chose qui n'est pas sans importance si on la considère sous le point de vue des billets de banque. En second lieu il est éminemment propre à donner ces gradations de teintes, de lumière et d'ombres qu'on a introduites

pour la première fois dans le papier des billets de la banque d'Angleterre.

Si on compare ce mode simple et élégant d'établir une forme avec celui précédemment adopté, la différence est extrêmement frappante. Dans un couple de billets de 5 livres sterling fabriqués par l'ancien procédé il y a 8 bordures découpées, 32 figures, 168 grandes ondes et 240 lettres qui doivent toutes être assujetties séparément par le fil de cuivre le plus fin possible sur la surface ondulée. Il y a 1056 fils, 67,584 croisures de fils et la même répétition quand on introduit de plus gros fils pour soutenir la face inférieure. Par conséquent pour doubler et monter les grandes ondes, les figures, les lettres, les bordures, avant que la forme d'un couple soit complète, il y a plusieurs centaines de mille de points ou croisures qu'on évite en grande partie par la nouvelle patente. Quelque nombreux toutefois que fussent ces points pour relier les diverses parties, celles-ci n'étaient jamais placées de la même manière et par conséquent ce qu'on appelle les vergeures ne présentaient jamais un aspect identique. Le procédé nouveau présente un principe qui non-seulement est précieux pour la banque, mais qui le deviendra aussi pour tous les établissements publics qui ont d'importants documents sur papier, parce qu'il offrira au public un moyen de plus d'épreuve pour découvrir aisément les fraudes de l'homme déloyal.

Pour la préparation du papier, on fait choix des chiffons de toile de lin de la plus grande finesse et du blanc le plus pur. Ces chiffons sont nettoyés avec le plus grand soin, placés dans la machine, broyés et réduits en pâte. Cette pâte est passée par des épurateurs très-fins qui la tamisent dans la cuve devant laquelle l'ouvrier se tient debout. Afin d'assurer autant qu'il est possible l'identité, même du papier, M. Portal a monté un appareil mécanique construit par M. Donkin dans lequel tous les perfectionnements et toutes les dispositions nouvelles adoptés pour les machines à papiers ont été introduits pour fabriquer ce papier à billets.

La forme est plongée à la main dans la cuve qui contient la pâte et on en enlève une quantité suffisante pour faire des billets. Aussitôt que la forme a été lavée et égouttée, l'ouvrier la passe au coucheur qui la couche sur un feutre qui marche avec lenteur mais régulièrement et présente une nouvelle portion de sa surface chaque fois qu'il s'agit de coucher une nouvelle forme de quatre billets. Aussitôt que ces billets ont été couchés sur ce feutre ils sont entraînés sous une succession de cylindres où ils sont essorés et où la pâte ac-

quiert de la consistance. Cette partie du procédé remplit les fonctions des flotres et de la presse de l'ancien système, mais au lieu d'être relevé par un troisième ouvrier, le papier entraîné passe dans une autre partie de la machine où il est séché par des cylindres chauffés. Ce mode de dessiccation remplace l'ancien mode du séchage des billets à l'étuve ou au séchoir, quand ce papier est sec il est transporté spontanément à l'appareil d'encollage où il est collé à la colle la plus blanche et la plus pure, après quoi il est définitivement séché dans un dernier compartiment de la machine par un passage entre des cylindres chauffés. Au moyen de ces divers procédés qui sont déjà en usage dans les machines qui fabriquent le papier mécaniquement, le papier fait à la forme à main est séché, collé et séché de nouveau dans le court espace d'une demi-heure, au lieu d'exiger un intervalle de plusieurs jours comme dans l'ancien procédé.

M. Portal toutefois recherche moins la rapidité que l'identité, car lorsque la pâte est dans tous les cas soumise exactement aux mêmes conditions, on doit s'attendre à ce qu'elle fournira des résultats précisément semblables.

Quand le papier est sec, il est satiné modérément pour lui donner une surface unie plus propre à l'impression. Jadis, on était dans l'usage de mouiller le papier avant d'imprimer, et il existe à la banque un appareil assez ingénieux pour le trempage du papier en épuisant l'air d'un réservoir au moyen d'une pompe, puis faisant arriver l'eau qui pénètre le papier. Ce trempage altérait et affaiblissait néanmoins le papier et par conséquent on a dû profiter des facilités à cet égard que présentait l'impression en relief quand on l'applique sur papier satiné. On satine en plaçant les feuilles de papier entre des plaques polies de cuivre et soumettant à une pression suffisante pour fournir une belle surface bien unie, mais non pas assez énergique pour endommager les vergeures.

Après que le papier a été satiné, il est soumis à une inspection soignée et toute feuille qui présente le moindre défaut est rejetée, car la plus légère goutte d'eau, la plus minime madrure est sujette à altérer l'électrotype à l'impression. Cette première inspection faite, il est examiné une seconde fois par les inspecteurs les plus attentifs et les plus clairvoyants de la fabrique. De là il passe à l'inspection du format, car il arrive parfois que les feuilles se contractent considérablement à la fabrication. Enfin il est contrôlé une dernière fois pour voir si toutes les feuilles sont bien placées la face supérieure en dessus, après quoi il est compté et emballé pour être adressé à M. Marshall, caissier principal de la banque.

ces nombreux travaux d'inspection sont presque tous exé-és par des femmes et ils appartiennent en général à des illes engagées dans la fabrication du papier à billets de ique depuis 150 ans. Chaque inspecteur est assis devant boîte verte à l'opposé du jour du côté du nord, et le si-ce le plus absolu règne dans ces salles pendant tout le ips du travail.

La force du papier, fabriqué ainsi qu'on vient de le dé-re, est très-considérable, surtout si on considère les nom-uses marques ou vergeures qui doivent tendre à le rendre s faible que s'il ne portait pas ces marques; et pour être tain qu'il n'y a pas de changement dans la matière, on aye sa force réelle au moyen d'une machine simple. Une ille de papier à billet, malgré son peu d'épaisseur, porte jours un poids de 50 livres (22 kil.70) et souvent 70 livres (kil.75) avant de rompre.

L'encre d'impression du billet de banque est aussi un ob- qui a fixé l'attention. Les propriétés de l'encre, quand e a été préparée avec soin, sont très-curieuses et exigent iniment de jugement pour les adapter à des papiers par-uliers. C'est à M. Winstone, fabricant d'encre d'impression, 'a été confiée la préparation et l'appropriation de l'encre ır les billets de la banque, attendu qu'il faut avoir recours à mode de fabrication suffisamment soignée pour arriver à disposition particulière des noirs et des blancs du billet. matière colorante noire se prépare en brûlant du naphte goudron de houille et recueillant la fumée dans de vastes ambres. Cette fumée ou plutôt le noir qu'elle produit et i paraît identique au noir de lampe, est introduit dans une rnue et chauffé à une haute température pour en expulser ıtes les matières volatiles, ce qui d'ailleurs donne une cre qui a plus de corps et est d'une meilleure couleur. noir est ensuite broyé avec un vernis convenable jus-'à acquérir la consistance nécessaire pour adhérer ferme-ent sur les lignes délicates et les traits fins de la figure itannia sans s'étendre ou produire des bords dentelés et pendant couvrir complètement les pleins noirs des lettres l'énoncé du billet. Pour le billet de banque on exige ssi que l'encre sèche assez promptement pour permettre le manier immédiatement après l'impression, condition e les connaissances chimiques de M. Winstone lui ont per-is de remplir. Dans mon opinion quels qu'aient été les sultats obtenus jusqu'à présent, l'art typographique a, pour river à une rapide production, beaucoup d'améliorations à tendre de la bonne disposition des mécanismes propres

distribuer l'encre et à livrer cette encre au mécanisme distributeur. En effet la viscosité particulière et la ténacité de l'encre, le poids des rouleaux, la vitesse de leur circulation tout cela doit être adapté au caractère propre de la matière. Jusqu'à présent on n'a formulé aucune règle sur ce sujet, mais des expériences étendues faites pendant un travail exécuté avec tout le soin désirable, nous fourniront peut-être quelques connaissances sur les rapports qui doivent exister entre les rouleaux et l'encre qu'ils distribuent.

Dans ma première proposition au gouverneur de la banque, j'avais été d'avis qu'on employât d'abord la presse à bras, parce que les ouvriers parviendraient plus efficacement ainsi à régler tout ce qui est relatif à l'encre, et en outre parce qu'ils possédaient toutes les qualités nécessaires pour adapter le nouveau système typographique aux billets de banque, avant qu'on pût faire choix pour cet objet d'une machine à imprimer. Néanmoins les autorités de la banque sur les instances de MM. Hensman et Coe se déterminèrent à adopter tout d'abord l'emploi de la machine, mais en même temps ces messieurs se livrèrent à l'examen de presque toutes les machines à imprimer en usage avant de faire choix de celle qu'on devait employer. Il trouvèrent que la machine la plus en vogue auprès des imprimeurs les plus distingués n'était pas encore assez parfaite pour le service de la banque, attendu que le type ne tombait pas toujours à la même place relativement au tympan, circonstance qui intervenait dans un bon foulage, si nécessaire pour un beau travail, et en outre, parce que l'appareil d'encrage ne paraissait pas suffisamment parfait pour ce genre de labeur.

Pour les autres effets ils considérèrent que celle à double platine fournissait la meilleure machine en usage à cette époque, et c'est par ce motif qu'on a adopté la machine de MM. Hopkinson et Cope qui a servi à imprimer ces effets ainsi que quelques billets.

Pour le billet proprement dit, MM. Napier et fils ont construit une platine spéciale avec des dispositions pour imprimer un mouvement alternatif tant aux tables qu'aux cylindres encreurs, et par le moyen duquel on produit un effet équivalent à l'encrage avec un seul rouleau à la main qu'on a passé vingt fois. Dans cette machine on a fait usage d'une disposition d'une grande valeur au moyen de laquelle on parvient à rendre la forme de chaque billet rigoureusement identique et où chaque nature de billet a son tympan et sa frisquette particuliers. A l'aide de ce moyen, du moment qu'un billet est préparé pour être mis sous presse avec sa

frisquette, il est également prêt à toute réquisition et sans autre préparation à donner des copies. C'est là assurément une disposition qui a procuré à tout le système une nouvelle puissance et qui dans les circonstances actuelles est venu satisfaire à un des besoins les plus urgents de la banque.

Des compteurs sont appliqués à chacune des extrémités de la machine, et une copie ne peut être tirée sans qu'elle soit enregistrée. Quand 100 épreuves ont été tirées, une clochette se fait entendre pour appeler l'attention de l'imprimeur. Dans les machines Napier on imprime 3000 copies par heure et il faut deux enfants, l'un pour introduire le papier, l'autre pour lever les billets imprimés.

On a proposé encore, aussitôt qu'un billet a été imprimé et qu'il fait partie d'une série, de le numéroter, et de le dater avec les machines ordinaires, au lieu des machines de Bramah qu'on a employées jusqu'à présent à ce service. Ces machines sont également doubles, et elles exigent deux enfants pour introduire l'effet et deux autres pour le relever. Quand ce travail est achevé le billet est complet et il est transmis au caissier pour être examiné et en tenir écriture. Cette partie du nouveau système est décidément supérieure à celle correspondante de l'ancien, et l'impression par le procédé indiqué a été considérablement perfectionnée, à n'envisager que le côté mécanique de la question.

Quand la forme est disposée dans les machines à imprimer, le premier acte de l'imprimeur est d'obtenir un niveau parfait pour l'impression, une égalité de couleur dans toutes les parties. Il y parvient en limant les blocs sur le dos partout où il trouve qu'il existe une élévation. C'est ce qu'on peut indiquer en disant qu'il donne ainsi l'effet d'ensemble ou l'aspect général, mais sans les clairs et les ombres qui déterminent le degré de beauté ou de perfection de l'impression. Quand cet effet d'ensemble a été obtenu à la satisfaction des personnes chargées du travail et de son contrôle, on tire quatre épreuves sur papier mince et, suivant la gradation des teintes qu'on exige, on en découpe l'impression, de façon qu'en un point, par exemple, il n'y a plus d'épaisseur, tandis que dans d'autres il y en a une, deux, trois ou toutes les quatre. Pour les portions les plus teintées on conserve les quatre épaisseurs, pour celles plus pâles, on les enlève toutes, et pour celles intermédiaires on en laisse deux ou trois. On colle alors les quatre feuilles ensemble et on les place sur les électrotypes, puis par la disposition de la frisquette les parties qui doivent être les plus noires reçoivent le plus fort foulage, tandis que celles qui doivent avoir des nuances plus

claires reçoivent un foulage moins énergique, et que par ces moyens on amène l'impression aussi près qu'il est possible de la perfection.

Quand on fait l'essai de ce mode de frisquette, il n'y a que peu de modifications à y apporter pour l'amener à fonctionner avec la plus grande uniformité. Presque tout, dans cette partie du procédé, dépend de l'habileté de celui qui est chargé de la surveillance des impressions, et à qui revient l'examen définitif. Aussitôt qu'il a donné son approbation le travail de l'impression commence.

Le temps est déjà loin de nous, où les savants pensaient qu'il était possible de produire un billet inimitable. Un billet, pour qu'il soit inimitable, doit être fait avec une habileté supérieure à la faculté d'imitation de tous les autres hommes. La doctrine de l'*inimitabilité* doit être rangée parmi celles de la pierre philosophale, de l'élixir de longue vie, etc., néanmoins personne n'ignore que le commerce réclame certaines propriétés au moyen desquelles on puisse reconnaître aisément qu'un billet possède une légitime valeur. Sous ce rapport la constance dans l'aspect est déjà d'une très-haute importance, et c'est précisément ce qui caractérise en grande partie le nouveau billet imprimé typographiquement. La vignette dans toutes les épreuves est invariablement et ligne pour ligne la même. On conserve autant qu'il est possible la même expression à la surface, le même nombre des lignes ou traits sur un billet s'applique exactement sur ceux d'un autre, et malgré des tirages de plusieurs milliers de billets, il n'y existe pas la plus légère variation, du moins entre certaines limites. De plus le billet est imprimé avec une encre semblable, on y conserve le même ton dans la couleur, afin que le public familiarisé avec ce modèle constant et son aspect uniforme le reconnaisse à la première vue et grave parfaitement son aspect général dans son esprit.

On se rappelle qu'il y a déjà plusieurs années on a disputé chaudement la question des billets inimitables, et que parmi les propositions qu'on a faites à cette époque, plusieurs se faisaient remarquer par la complication des procédés et des dessins, mais en ce qui concerne la sécurité de la banque, cette complication est superflue, et cet établissement n'éprouve aucune difficulté pour découvrir un billet faux, avec quelque habileté qu'il ait été exécuté, et le système qu'elle a adopté est tellement parfait que jusqu'à présent il n'est pas de billet faux qui ait pu lui échapper.

La doctrine elle-même des difficultés de l'imitation est une

de celles qu'il convient d'étudier d'après les principes de la physiologie et qu'on doit considérer tant sous le rapport des facultés de l'œil que des capacités de l'esprit. Je me suis assuré par des mesures directes que l'œil peut embrasser aisément un intervalle de 2° 18' qui, à une distance de 12 pouces (0m.30), représente un espace de 1/2 pouce (12mm.7) en diamètre. D'un autre côté les physiciens affirment que l'impression sur l'œil persiste pendant un dixième de seconde, il en résulte donc que pour examiner avec un très-grand soin les parties d'un billet, il faudrait y employer un temps qui ne serait pas moins d'un tiers de minute, et il est présumable que dans la pratique il faudrait encore tripler ce temps. Or, comme on présente à peu près 30,000 billets par jour à l'examen, il s'ensuivrait qu'un seul employé devrait consacrer 166 heures pour examiner couramment toutes les portions des billets. Dans la pratique ce travail est parfaitement exécuté par dix-neuf inspecteurs, seulement il leur est impossible d'examiner en détail et minutieusement toutes les parties d'un billet, et ils doivent se borner à juger par l'aspect général tous les billets manifestement légitimes et ne soumettre à un examen sévère que ceux qui à la première vue peuvent faire naître quelques soupçons.

C'est par des motifs analogues qu'on a trouvé par une longue expérience, que toute complication extraordinaire, non-seulement était inutile, mais même illusoire et dangereuse en égarant l'esprit dans des détails qui ne peuvent plus être appréciés avec quelque succès. Le travail et la fatigue produits par un examen minutieux de tout objet délicat pendant un certain temps sont très-pénibles, ainsi que le démontre l'expérience, et quoique cette question puisse offrir aux physiologistes bien des sujets de méditation très-dignes d'intérêt, les bornes qui nous sont imposées ne nous permettent pas de l'aborder.

Puisque nous avons parlé d'identité, il y a aussi une autre propriété de l'œil qu'il est nécessaire de prendre en considération, car malgré qu'il ne puisse guère exister d'identité absolue entre deux objets quelconques, cependant tous les objets qui ne diffèrent pas entre eux de plus de quatre secondes doivent paraître identiques à l'œil non armé, quoique le microscope y rende sensibles de grandes différences. Toutes les fois donc que dans ce mémoire il a été question d'identité, on a toujours entendu celle qu'on observe avec l'œil non armé, et après tout, ce n'est qu'une grossière identité comparative, une simple perception d'identité quand on la considère sous le point de vue philosophique. Quant à ce qui

concerne le public, rien n'a plus de valeur pour lui qu'un aspect uniforme, et c'est ce que le nouveau billet présente au plus haut point. Le papier ne varie jamais d'un jour à l'autre, ni même d'une année à la suivante ; la même signature de M. Marshall qu'on lit sur un billet est répétée sur le suivant ; mêmes ondulations, mêmes bords ou rives brutes sur trois côtés, mêmes ombres dans les vergeures, tout cela se reproduit exactement et continuellement à la vue. La figure Britannia a exactement la même expression, le même aspect et est reproduite trait pour trait, point pour point dans des millions de copies immuables et en apparence sans changements possibles. Le poids certain du papier ne varie guère de plus de 2 à 3 grains (13 à 19 centigrammes) à moins qu'il ne soit fatigué par l'usure, enfin la couleur de l'encre est maintenue la même autant qu'il est possible. L'esprit par la répétition constante du même objet s'habitue donc à cette apparence uniforme qui devient aussi familière au public, et en réalité dans un pays comme l'Angleterre où la circulation des billets a lieu sur une aussi vaste échelle, où la banque a pris des peines infinies pour arriver à l'identité, quiconque ne se familiarise pas avec l'aspect général du billet légitime de la banque ne mérite pas de le posséder.

Les tentatives qu'on a faites pour produire un billet inimitable et qu'on ne peut reproduire en fraude n'ont conduit que de pures illusions ou même n'ont été qu'un piège tendu à la crédulité. Toute chose fabriquée par la main de l'homme peut être copiée et reproduite, et cela sans des soins qu'on pourrait dire infinis; on sait que les numismates, les antiquaires, les amateurs de pierres précieuses sont bien souvent victimes de la fraude et le seront encore tant que le mal moral existera dans ce monde.

Les billets de banque sont peut-être moins sujets à être falsifiés que la plupart des autres inventions humaines, par la certitude où l'on est qu'on arrivera que la fraude sera découverte, et par la crainte du châtiment qui paraît certain, aux soins et à la diligence qu'on apporte pour atteindre les délinquants.

Toutes les questions de fraude peuvent être ramenées à certains principes qu'il est hors de propos de discuter ici. La banque possède à cet égard les connaissances les plus étendues, mais ces connaissances peuvent être considérées comme la propriété de cet établissement et je ne suis pas libre de les communiquer ou même de discuter sur ce sujet. A sa sollicitation on a fait de nombreuses expériences sur les moyens *chimiques qu'on* peut employer à la reproduction, et sans

entrer dans des détails, je suis disposé à adopter en principe pour prévenir toute altération chimique, de mettre le papier dans la même condition chimique que l'encre que l'on désire préserver; de cette manière on obtient toute sécurité tant pour l'encre d'écriture que pour celle d'impression. Dans ces recherches j'ajouterai qu'on a découvert une nouvelle voie pour constater la fraude, mais qu'il n'est pas de mon devoir de faire connaître ici.

En ce qui concerne la banque il est certain que le nouveau système a procuré une perfection inespérée à la fabrication des effets tout en diminuant les frais, mais il est probable que son adoption par cet établissement conduira à en faire une application bien plus importante encore dans les arts. Depuis l'impression des effets de la banque le gouvernement a adopté l'impression sur relief pour ses timbres et estampilles. Sous le rapport d'une immense production et de l'uniformité de l'expression il est bien certain que l'impression sur relief jouit d'une supériorité bien marquée, et malgré que la production journalière du *Times* et celle hebdomadaire de l'*Illustrated London News* puissent être considérées comme des merveilles typographiques, cependant les soins apportés dans la confection du billet de banque pour rendre une reproduction illimitée constamment parfaite doit exercer une influence avantageuse sur le perfectionnement matériel de l'art dans cette branche d'industrie.

Une des applications de l'impression sur relief, c'est celle des cartes géographiques et topographiques, et quoique je n'ignore pas que le nouveau système ne présente à cet égard des difficultés, et que j'apprécie tout le mérite de la perfection des cartes actuelles, je suis néanmoins convaincu que toutes ces difficultés pourront être surmontées et que tout le monde pourra être mis en possession d'une carte correcte de son pays à un prix qui ne dépassera pas celui d'un journal ordinaire.

Relativement aux opérations futures de la banque je ne puis me refuser à croire que les résultats qui ont été décrits ne sont encore que les premiers pas et non pas le but vers un système de perfectionnement, qui se développera dans la fabrication de ces effets. Si l'emploi de la presse à vapeur n'a pas été compris dans mes propositions je dois déclarer aussi ici que les résultats obtenus jusqu'à présent n'ont pas encore répondu à mon attente, mais si on considère la haute importance qu'il y avait à reproduire un billet uniforme et d'un certain degré de perfection, on concevra sans peine qu'il était nécessaire de ne marcher qu'avec la plus pru-

dente circonspection; mais d'un autre côté il m'est impossible d'admettre que les procédés s'arrêtent au point où ils sont arrivés. En premier lieu la gravure originale de certaines parties du billet peut acquérir un bien plus haut degré de fini qu'elle n'en présente aujourd'hui quand l'habileté manuelle des artistes se sera exercée sur ce sujet. Quant à l'impression, il est probable qu'on imprimera quatre et peut-être six billets à la fois et qu'il seront en même temps numérotés par la même opération.

Il existe certains caractères qui sont communs à la classe tout entière des billets de la banque d'Angleterre et que le monde entier a besoin de connaître. En premier lieu tous les billets ont trois rives ou bords naturels dans le papier et le quatrième est rogné. Au centre de chaque billet il y a une vergeure composée de lignes ondulées et les mots *Bank of England* sont insérés dans la substance du papier dans la portion supérieure et celle inférieure avec un fac-simile de l'autographe de Matthew Marshall, caissier de la corporation. La figure Britannia est imprimée sur les billets de toute espèce et tous portent ces mots : *I promise to pay the bearer on demand* « (je promets de payer au porteur à sa réquisition.) »

La classe entière des billets de la banque comprend douze genres attendu que onze des départements de cet établissement émettent des billets avec l'inscription du nom des villes qui sont : Manchester, Liverpool, Birmingham, Leeds, Newcastle, Leicester, Bristol, Portsmouth, Plymouth, Hull, Swansea, qui avec Londres forment les douze établissements qui mettent des billets en circulation.

Chaque genre comprend plusieurs espèces, les billets portant diverses désignations. Ainsi Londres émet neuf billets, savoir : ceux de 5, 10, 20, 50, 100, 200, 300, 500; et 1,000 livres sterling. Dans chaque département on émet des billets jusqu'à 100 livres et en outre dans deux importantes cités manufacturières, Liverpool et Manchester, on délivre des billets de 500 livres. Dans tous les genres de billets la somme jusqu'à 50 livres est placée en lettres dans la vergeure et deux fois en lettres ombrées.

Chaque espèce se compose d'innombrables individus, dont chacun a une individualité aussi distincte et déterminée comme billet, que peut l'être l'individualité qui caractérise chaque homme en particulier, ainsi que des caractères bien tranchés aux yeux de la banque pour les distinguer les uns des autres sans pouvoir induire en erreur. On leur donne cette individualité au moyen d'un numéro et d'une date qu'on

ajoute à l'expression de sa valeur. Le numéro seul est sans valeur, la date seule n'en a pas davantage, mais le numéro, la date et l'énoncé de la valeur pris ensemble constituent spécifiquement l'individu. Toute personne qui possède ces données peut apprendre à la banque à qui le billet a été livré, l'époque de la livraison, la date de sa rentrée à la banque et la personne qui a reçu de l'argent en échange, ainsi que beaucoup d'autres documents sur l'histoire de sa race et de sa famille, documents qui du reste n'ont d'intérêt que pour l'établissement qui l'a créé et mis en circulation.

Le public ne sait pas généralement qu'il existe deux lettres qui précèdent le numéro de tout billet de banque et qui avec le numéro servent à dérouler tout l'historique de ce billet; par conséquent si l'on prend note des lettres et du numéro on peut en s'adressant à la banque obtenir tous les renseignements désirables.

Afin de donner une idée de l'étendue des opérations que nous avons eu à exécuter en fait de moulages, je dirai qu'il a fallu préparer 66 espèces de billets de banque et environ 50 variétés d'effets divers. Indépendamment de cela il y a eu 25 genres de billets émis par onze différents comptoirs indépendamment de 60 bons ou billets payables le jour même et d'autres objets encore qu'il est sans intérêt de faire connaitre si ce n'est pour montrer que la banque n'a pas seulement adopté l'impression sur relief de ses billets de circulation mais qu'elle l'a étendue à tous les autres effets analogues dont elle a besoin.

Si le temps l'avait permis je serais remonté à l'origine de la typographie, j'aurais suivi pas à pas ses progrès et fait voir que les plus magnifiques impressions sorties des presses des Baskerville, des Didot, des Bensley et des Bodoni ne sont encore que des productions dans l'enfance quand on les compare à la forme actuelle du billet de la banque d'Angleterre.

Si on étudie la forme des billets imprimés typographiquement, on remarque d'abord que les billets de la banque de France, et ceux de la banque de Belgique sont produits de la même manière, mais dans ce cas le caractère du billet est adapté au style de l'impression, d'ailleurs le nombre imprimé est tellement restreint qu'il parait insignifiant quand on le compare à celui que met en circulation la banque d'Angleterre. Dans le premier de ces établissements on imprime environ 300 billets par jour, à la banque d'Angleterre il faut en produire environ 30,000 par jour, on a peu près

9,000,000 par an, représentant environ une somme 300,000,000 de livres sterling.

Quand on considère les énormes difficultés que présente la vergeure particulière du papier du billet de banque, il e à croire qu'on n'aurait jamais réussi si l'on n'eût adopté u appareil encreur complètement perfectionné, et les excellen rouleaux de composition de MM. Harrild, le tout favorisé ma tériellement par la méthode entièrement nouvelle qui a ser à préparer la forme avant de passer au tirage.

La théorie sur laquelle mon rapport est fondé a été d duite d'une multitude de faits et le résultat a démontré q le raisonnement inductif ne nous a pas fait défaut quan nous sommes passés aux opérations pratiques.

Si on étudie attentivement le billet de banque et les diff rentes phases de sa fabrication, on est frappé d'étonneme à voir le soin qu'on a pris pour mettre le public à l'abri la fraude. Dans la fabrication du papier on doit rend compte de chaque feuille, et la législature a sagement déci que personne, sous peine d'être transporté, ne peut fabrique débiter ou exposer en vente du papier portant dans sa su stance les mots *Bank of England*, ou des lignes courbes c l'énoncé de valeur en lettres. Quand il est reçu par la banqu ce papier est également compté et disposé suivant le systèm décimal en restant sous la garde du trésorier tant qu'il e emmagasiné. Après avoir passé par les mains de l'imprime celui-ci doit en retourner le même nombre au trésorier, quand il reçoit son timbre final et qu'il est converti en u effet représentatif du numéraire, il est de nouveau reçu par caissier qui l'examine une dernière fois, s'assure du nomb et le passe en compte. Les billets à l'état complet sont d posés en lieu sûr jusqu'à ce qu'on les mette en circulati et qu'on les porte comme effets de crédit dans les livres de banque. Quand ils passent dans les mains du public ils so soumis à des conditions bien connues par les autorités de banque. Chaque nature de billet a une durée moyenne d'exi tence qui est différente, comme des individus de différent localités; il y en a quelques-uns dont on n'entend jamais pa ler; quant à ceux qui reviennent à la banque et après u examen, le terme de leur existence est arrivé et jamais i ne revoient le jour. La signature est déchirée, la valeur e enlevée à l'emporte-pièce et ce n'est plus qu'un chiffon papier. Le décès est constaté sur un registre par un syst me inventé par mon frère, W. Smee, et ce système, rema quable par sa simplicité et la rapidité de son exécution, est e usage avec beaucoup de succès depuis longtemps.

Quand le billet est mort et enregistré, il est déposé dans des caveaux d'où on ne l'extrait que dix années après pour être brûlé. Le but qu'on se propose en conservant le billet aussi longtemps est uniquement pour l'utilité publique, car malgré que cette conservation occasionne de grands frais à la banque, la valeur des renseignements qu'elle fournit journellement par ce moyen, montre son importance sous le rapport commercial et administratif. Ce n'est pas une chose facile que de détruire complétement un nombre aussi considérable de billets que celui qu'émet annuellement la banque, on a tenté des expériences pour les réduire de nouveau en pâte à papier, mais on n'a jamais réussi complètement et le moyen qui a réussi le mieux est leur destruction par le feu. On établit au milieu d'une cour une grande cage en fer, qui contient un petit fourneau en briques, on place les billets dans cette cage, on les brûle par sachées à la fois ; il n'en reste rien qu'un peu de cendres blanches. Jadis le papier était coloré avec le smalt, qu'on retrouvait parmi les cendres, sous la forme d'une masse bleue fort curieuse. Les mêmes soins qu'on a pris pour la fabrication du papier et pour le suivre dans les divers stages par lesquels il passe, sont également observés lors de sa destruction finale, de façon qu'à partir de l'état de pâte jusqu'à celui de cendres, personne ne peut posséder indûment une seule feuille de cette nature sans commettre un acte de félonie qu'on peut découvrir immédiatement Comme résultat final des changements qu'éprouvent les billets de la banque, je puis montrer un morceau de cendres bleues, une portion de cendres blanches et une masse curieuse ressemblant à de la tourbe et qui est le résultat de la conversion d'un certain nombre de billets en une substance particulière après une exposition pendant des années à l'humidité et à la pression.

En rédigeant ce mémoire, je suis le premier à reconnaître qu'il est encore fort incomplet, mais mon but a été simplement de décrire l'application de l'impression en relief avec des électrotypes à la fabrication des billets et autres effets de la banque d'Angleterre. Si le système adopté par cet établissement peut être de quelque avantage dans les arts, je serai largement récompensé des soins et des travaux que j'ai consacrés au travail et des efforts que j'ai faits pour mettre tout le système à exécution.

Application des métaux sur les métaux, comme dorure, argenture, platinure, cobaltinage, nickelage et cuivrage, par le procédé électro-chimique, exempte de tout danger pour les ouvriers (1), *par* M. M.-S. Krzyczrowski.

Avant de décrire toutes les espèces de dissolutions dont les métaux, sous l'influence de forces électro-chimiques, peuvent être facilement précipités, et qui, avant tout, n'exhalent aucune vapeur pernicieuse pour les ouvriers, sont, pour cela même, les plus propres à être employées, qu'il me soit permis de faire connaître sommairement tous les moyens connus jusqu'à ce jour pour l'application des métaux sur métaux, afin de pouvoir plus évidemment prouver cette vérité que, jusqu'à présent, nous ne possédons pas encore une méthode réunissant strictement toutes les conditions nécessaires, surtout celle relative à la salubrité, et pouvant en même temps remplacer la méthode à dorer au moyen du mercure.

Nous connaissons, jusqu'à ce jour, trois méthodes principales d'application des métaux sur les métaux, qui sont :

1° Dorure au moyen du mercure ;

2° Application des métaux par la simple précipitation, c'est-à-dire dorure et argenture dites par immersion ou au trempé ;

3° Enfin application de tous métaux sur des métaux par le procédé électro-chimique.

Dorure par le mercure.

Tout le monde sait sur quelle base repose la dorure par le mercure.

Ce système est en vigueur depuis bien des années, et aujourd'hui il est généralement répandu ; je n'ai donc pas besoin de le décrire, attendu que la méthode d'exécution se trouve expliquée dans tous les traités de chimie.

Il ne me reste donc qu'à rappeler que ce mode de dorure, qui est fort cher, présente les inconvénients ci-après :

1° On perd toujours une certaine quantité d'or ;

2° On a besoin d'une grande quantité de mercure, qui est cher ;

3° L'exécution exige beaucoup de temps et de main-d'œuvre ;

(1) Ces procédés ont été l'objet d'un brevet de 10 ans pris en 1844, et aujourd'hui expiré.

4° Enfin, ce qui est plus grave, malgré les perfectionnements réels apportés par Darcet dans le tirage des cheminées employées dans les ateliers de dorure, ce système influe toujours fatalement sur la santé des ouvriers.

Le contact continuel du mercure en liquide et surtout l'aspiration des vapeurs mercurielles, qu'il est impossible d'éviter, deviennent la cause de grandes souffrances, du tremblement mercuriel et d'une mort prématurée pour ceux qui se livrent à cette branche d'industrie.

Passons aux deux autres systèmes pratiqués jusqu'à présent dans les ateliers brevetés, et examinons avec conscience si, réunissant d'une manière incontestable l'économie et la célérité, ils sont susceptibles de remplacer la dorure au mercure.

Application des métaux par la simple précipitation.

Depuis longtemps on sait que tous les métaux sont précipités de leurs dissolutions par des métaux plus oxydables dans la même proportion atomique, c'est-à-dire que, en plongeant dans la dissolution métallique sur un métal plus oxydable que celui en combinaison, une petite partie du métal plongé, comme plus oxydable, se dissout, tandis que, simultanément, le premier se dépose sur le métal réducteur en couche mince, plus ou moins brillante, plus ou moins adhérente, qui dépend d'une espèce de dissolution et du degré de sa concentration.

C'est sur ce principe que sont basées la dorure et l'argenture dites par immersion.

Depuis longtemps les horlogers ont cherché à en profiter pour dorer les petites pièces en cuivre, en les plongeant d'abord dans l'or dissous, dans l'eau régale et, plus tard, dans une solution aqueuse de chlorure d'or neutre, ce qui donnait un meilleur résultat; mais cette dernière dorure n'a pu trouver une application plus étendue, comme n'ayant pas de durée, à cause de son manque d'adhérence.

C'est M. Elkington, de Birmingham, qui, le premier, a sans doute eu l'heureuse idée de remplacer le bain d'acide par le bain alcalin (aurate de potasse), qui permet de déposer de l'or en couche mince, brillante et parfaitement adhérente, sur les objets légers en cuivre, préalablement bien nettoyés.

Il faut être juste cependant, la liqueur employée par M. Elkington et sa propriété étaient depuis longtemps connues des chimistes, nous en devons la connaissance à M. Pelletier; mais réellement aucun des savants qui ont étendu

les bornes de la chimie, n'a pensé à lui donner une application directe à l'industrie.

Malheureusement ce genre d'application d'or, dont l'exécution ne présente aucun inconvénient pour la santé des ouvriers, ne permet, à cause du principe sur lequel il repose, d'obtenir qu'une couche d'or extrêmement mince, et de ne l'appliquer que sur des objets légers en cuivre, comme dans la bijouterie fausse.

D'après les expériences faites par la commission composée des membres de l'Institut, MM. Thénard, Darcet et Dumas (1), il a été prouvé que la dorure par immersion arrive à peine, dans le cas le plus favorable, au degré d'épaisseur que la plus mauvaise dorure au mercure est obligée d'atteindre.

On sait que, pour satisfaire aux besoins du commerce, la dorure doit avoir généralement durée et solidité.

Pour qu'il en soit ainsi, la couche d'or déposée sur les objets, outre l'adhérence forte, doit nécessairement avoir une épaisseur suffisante, conformément au but auquel ils sont destinés, et cette seconde condition ne peut jamais être obtenue sans immersion.

De ce que je viens de citer jusqu'à présent, on voit que cette couche d'or si mince, déposée par ce système dit au trempé, et l'impossibilité de son application sur les objets d'art de grande dimension, tels que les bronzes, sont cause que ce genre d'application d'or, malgré les perfectionnements qu'on pourrait y apporter, ne peut jamais remplacer la dorure au mercure ; c'est ce qu'a positivement reconnu la commission dont j'ai parlé plus haut.

Depuis que M. Elkington a pris un brevet en Angleterre et un brevet d'importation en France, ce nouveau genre de dorure a obtenu le plus grand développement et a excité l'émulation si nécessaire pour le perfectionnement de l'industrie.

Ainsi M. Schubarth, à Berlin, prépare son bain avec le bicarbonate de soude au lieu de bicarbonate de potasse préféré par M. Elkington.

Il a perfectionné le procédé anglais en ce que, surtout, il fait usage du chlorure d'or complètement neutre, qu'il dissout dans l'eau distillée dans la composition de 130 pour 1 d'or.

A cette dissolution il ajoute peu à peu, pour 1 partie de chlorure d'or, 7 parties de bicarbonate de soude.

M. Talbot, en Angleterre, compose ses bains pour dorer,

(1) Voir *Manuel de Galvanoplastie ou Traité complet de cet art*, par MM. Smee, Jacobi, etc. Prix : 5 fr., à la *Librairie Encyclopédique* de Roret, rue Hautefeuille, 12.

platiner et argenter par immersion, en ajoutant aux dissolutions convenables de ces métaux une dissolution d'acide gallique dans l'eau, l'éther ou l'alcool, et y plongeant les objets bien propres jusqu'à ce qu'ils soient revêtus d'une couche métallique suffisante.

Outre cela, M. Talbot, pour argenter, fait le bain en dissolvant le chlorure d'argent récemment précipité dans l'hyposulfite de soude ou tout autre hyposulfite liquide.

Par les espèces de dissolutions ci-dessus énoncées, on ne peut point dorer directement l'argent au trempé; c'est à M. Levol que nous devons la découverte que la dissolution de sulfocyanure double d'or et de potassium dore parfaitement l'argent par immersion.

M. Levol prépare son bain en versant une solution aqueuse de sulfocyanure de potassium dans une autre de chlorure d'or neutre, jusqu'à disparition du précipité qui s'était d'abord formé.

La liqueur, éclaircie, doit être légèrement acide; si elle ne l'est pas, par une addition immodérée de sulfocyanure de potassium, il faut y ajouter quelques gouttes d'acide hydrochlorique.

Pour dorer, on plonge l'argent dans cette liqueur presque bouillante et médiocrement concentrée.

Je dois ajouter que, outre les bains ci-dessus, qui servent à recouvrir les métaux par la simple immersion, les dissolutions obtenues par le cyanure d'or et le cyanure d'argent dissous dans le cyanure simple de potassium, employées généralement pour l'application de l'or et de l'argent, sous l'influence des forces électro-chimiques, lorsqu'elles sont en état d'ébullition, peuvent également servir pour dorer et argenter par simple immersion les objets en cuivre et en laiton.

Bien que cette dernière méthode soit plus coûteuse que l'aurate de potasse ou de soude, elle présente encore des inconvénients très-graves puisque plus le bain est chaud, plus il dégage de vapeurs d'acide hydrocyanique, qui sont très-nuisibles pour la santé des ouvriers.

Outre cela, le bain qui a servi en commençant par dorer par immersion contient par cela même, une quantité de cuivre qui a remplacé l'or dans la même proportion atomique pendant l'opération.

C'est pour cette raison que le bain ne peut servir ensuite à dorer sous l'influence du courant galvanique, parce que le cuivre se précipite en même temps que l'or, ce qui donne à la dorure une teinte plus ou moins rouge, non acceptable dans le commerce.

Enfin nous ne pouvons que répéter cette vérité, que la meilleure dorure par immersion, à cause du principe sur lequel elle repose, ne peut jamais remplacer la dorure au mercure.

Application de métaux sur d'autres métaux sous l'influence des forces électro-chimiques.

Parmi les découvertes qui ont enrichi la première moitié du XIXe siècle, l'application de l'électricité aux arts et à l'industrie, a sans contredit, le plus haut degré d'importance.

En effet, l'électricité, tantôt comme puissance mécanique, tantôt comme force chimique, a pris depuis quelques années un développement vraiment prodigieux.

On sait depuis longtemps que, en plongeant les deux pôles de la pile, dont nous devons la découverte à Volta, dans une dissolution de sel métallique; celle-ci se décompose, l'acide du sel ainsi que l'oxygène résultant de la décomposition de l'eau se rendent au pôle positif, tandis que la base du sel, c'est-à-dire l'oxyde réduit simultanément par l'hydrogène naissant, se dépose à l'état métallique sur le pôle négatif.

C'est sur ce principe qu'est basée l'application des métaux sous l'influence des forces électro-chimiques.

Bien que ce principe soit connu depuis longtemps, son application ne date que de quelques années.

Il est bien vrai que, en 1803, M. Brugnatelli a doré quelques médailles d'argent par ce procédé, en décomposant l'ammoniure d'or récemment préparé; mais ce fait alors n'a été regardé qu'au point de vue purement scientifique, et personne n'a pensé à l'importance de cette propriété des forces électriques pour l'industrie.

Il faut ajouter que la dissolution faite par Brugnatelli ne peut s'appliquer à la fabrique, parce que l'usage de l'ammoniure d'or comme substance détonante présente de graves obstacles.

M. de la Rive, professeur à Genève, frappé de l'inconvénient que présente l'usage du mercure, si insalubre, est le premier qui a pensé sérieusement, il y a dix-huit ans, à l'application de l'électricité à la dorure; c'est à lui qu'appartient réellement le titre d'inventeur de l'application des forces électro-chimiques à la dorure (1), et, après ce savant, per-

(1) Voir *Éléments d'électro-chimie appliquée aux sciences physico-chimiques et aux arts*, par M. Becquerel, de l'Académie des sciences, de l'Institut..., t. I, page 337, et le mémoire de ce savant, présenté à l'Académie sous le titre : *De l'Application aux arts des [illegible] électro-chimiques de l'or.*

sonne ne peut réclamer exclusivement l'emploi de la pile pour ce but.

Mais, pour pouvoir faire usage des forces électro-chimiques, il faut trouver des dissolutions qui, sous leur influence, peuvent, outre l'économie et la célérité, donner la durée et la solidité aux objets fabriqués, et enfin, ce qui a le plus haut degré d'importance, ne porter aucune atteinte à la santé des ouvriers.

Ce dernier point est si grave que l'Académie accueille toujours avec un intérêt particulier tout ce qui concerne la salubrité.

M. de la Rive n'a pas été heureux dans ses expériences, car en décomposant simplement le chlorure d'or, il n'a jamais pu obtenir l'adhérence forte de la couche d'or déposée, qui est cependant la condition *sine quâ non*.

M. Boettger, après lui, a fait quelques perfectionnements.

Les choses étaient dans cet état lorsque M. Jacobi de Saint-Pétersbourg, et presque en même temps M. Spencer en Angleterre, ont annoncé l'application de l'électricité à la galvanoplastie.

Cette application comme celle pour le traitement de minerais d'argent, inventée par M. Becquerel, a causé une vive sensation dans le monde savant et industriel; elle a excité l'émulation si nécessaire au développement et au perfectionnement de l'industrie.

Depuis lors, l'électricité, comme force électro-chimique, a pris rang parmi les forces industrielles.

M. Elkington, comme l'attestent les dates de ses brevets, est le premier qui ait eu l'heureuse idée, au lieu de la dissolution simple de chlorure d'or essayée par M. de la Rive, de faire usage d'un bain d'oxyde d'or dissous dans le cyanure de potassium, avec lequel on peut obtenir une dorure qui ne laisse rien à désirer sous le rapport de la forte adhérence, comme de l'uniformité et de la beauté de la couche d'or déposée.

M. de Ruolz, peu après M. Elkington, a signalé une dissolution pour l'application de divers métaux sous l'influence des forces électro-chimiques obtenues par la pile composée de plusieurs éléments.

A présent, il nous reste à jeter les yeux sur les dissolutions proposées par MM. Elkington et de Ruolz.

Nous indiquerons trois espèces de dissolutions qui méritent d'être examinées.

1° Les cyanures, les chlorures et les oxydes métalliques dissous dans le cyanure simple de potassium;

2° Les cyanures, les chlorures et les oxydes métalliques dissous dans le cyano-ferrure jaune de potassium;

3° Le sulfure d'or dissous dans le sulfure de potassium neutre.

Les cyanures métalliques achetés dans les fabriques de produits chimiques reviennent très-cher, et, pour pouvoir les préparer, il faut être chimiste expérimenté, et non simplement ouvrier doreur; c'est ce qui empêche de faire usage de ces sels, tels qu'ils ont été désignées, dans l'industrie.

C'est l'exacte vérité, et, pour l'appuyer, je citerai ce qu'a écrit M. Elsner, professeur à l'institut royal de Berlin.

« Comme on ne peut compter sur un ouvrier en orfèvre-
» rie pour la préparation d'une combinaison chimique telle
» que celle qui est portée au n° 1 (cyanure d'or dissous
» dans du cyanure de potassium simple), et qu'on peut en
» dire autant par rapport aux deux autres solutions d'or
» inscrites sous les n°s 2 et 3 (aussi le cyanure d'or dissous
» dans le cyano-ferrure jaune de potassium, et le même dis-
» sous dans le cyano ferrure rouge de potassium), il y a
» nécessité de les condamner comme impropres à l'usage dans
» la pratique ordinaire (1). »

Les chlorures et les oxydes métalliques dissous dans le cyanure simple de potassium donnent des dissolutions qui, revenant moins cher, sont susceptibles de satisfaire aux besoins du commerce.

Mais, malheureusement, ces dissolutions, comme celles précédentes, faites conformément à l'énonciation de MM. de Ruolz et Elkington, exhalent en grande abondance l'odeur d'acide hydrocyanique, qui, comme tout le monde le sait, est un des plus violents poisons.

Cet obstacle, tres-grave, doit réellement empêcher de faire usage de ces dissolutions telles qu'elles sont proposées par ces messieurs

Je ne puis comprendre par quelle singularité ils ont désigné, pour 1 partie de chlorure d'or, 24 parties de cyanure simple de potassium, tandis qu'ils ne prennent que 10 parties de prussiate jaune de potasse, et ce mode de préparation est appelé économique; n'est-ce pas empoisonner les malheureux ouvriers?

La commission, composée des membres les plus distingués de l'Institut, dans son rapport fait à l'Académie des sciences, a eu raison d'écrire, après l'expérience faite avec la dissolution d'oxyde d'or dissous dans le cyanure simple de potas-

(1) *Voir un article tiré des Mémoires de la Société d'encouragement de Berlin.*

sium, dans la proportion de 5 hectogrammes pour 4 litres d'eau :

« Mais le cyanure de potassium simple est un sel coû-
» teux, difficile à conserver en dissolution, dont l'emploi sus-
» citerait divers obstacles en fabrique, et il reste douteux
» que, en l'employant, la dorure se fît à meilleur compte
» que par la dorure actuelle au mercure. »

Toutes les personnes qui ont fait des expériences avec les dissolutions désignées sentent toute la gravité de cette expression de la commission : *divers obstacles*.

M. Jacobi, ce savant du Nord, à qui la galvanoplastie doit son origine, dans son rapport sur la dorure galvanique fait à l'Académie de Saint-Pétersbourg, a écrit :

« De même, il y a peu de profit à se servir du cyanure de
» potassium, ainsi que l'a proposé M. Elkington, puisque ce
» sel se décompose spontanément par son contact à l'air et
» son exposition à la lumière (1). »

Quant aux dissolutions combinées avec le cyano-ferrure jaune de potassium, dès qu'elles ont été prises dans les expériences de la commission (chlorure d'or, cyanure d'argent, cyanure de cuivre, tous dissous dans le prussiate jaune de potasse), je dois dire avec vérité que ces dissolutions, sous le rapport de la salubrité, sont plus propres à la fabrique que les précédentes, surtout si on opère dans de petits bains.

Alors le dégagement d'odeur d'acide prussique est si faible que personne ne se sent gêné, et la dorure obtenue au commencement, surtout le mat brillant, a toute la nuance et la beauté désirées.

C'est précisément pour cette raison que la commission a signalé ce genre de dissolution comme le meilleur, et tout le monde, à sa place, aurait rendu une pareille décision.

Mais, avec le temps, les opinions changent souvent, et l'étude et la longue pratique nous font voir des inconvénients qui, au commencement, ne pouvaient être ni aperçus ni appréciés.

D'abord il est impossible d'obtenir, au moyen de la dissolution, ci-dessus citée, de M. Ruolz, le mat proprement dit; le sien est terne et ne peut être acceptable dans le commerce.

M. Becquerel, dans son mémoire ayant pour titre, *De l'ap-*

(1) Voir le Rapport fait à l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg, sur la dorure galvanique, par M. Jacobi, inséré dans le *Technologiste*, publié par [illegible], page 354, mai 1843.

plication aux arts des propriétés électro-chimiques de l'or, a signalé cet inconvénient, et y a remédié.

Mais l'usage de dissolutions très-étendues et de courants très-faibles est incommode pour les industriels qui désirent opérer promptement.

La dorure brillante obtenue par le procédé, ci-dessus indiqué, de M. de Ruolz, a, comme je l'ai déjà dit, toute la beauté de la couleur jaune ; mais, avec le temps, elle se noircit sensiblement et perd toute sa beauté primitive.

A quoi attribuer ce changement, si ce n'est à l'oxydation de cette petite quantité de fer qui se dépose simultanément avec l'or.

Les longues expériences que j'ai faites m'ont montré que, lorsqu'on mêle le chlorure d'or avec la dissolution de cyanoferrure jaune de potassium, malgré l'ébullition et la filtration répétées, le fer ne se sépare jamais complètement, et qu'une partie de fer, formant du cyanure basique de ce métal, reste dans la dissolution et est précipitée sous l'influence des forces électro-chimiques.

Outre cet inconvénient, que j'ai signalé, il y en a un autre très-grave, c'est-à-dire le développement d'odeur d'acide prussique.

M. Elsner, dans ses *Recherches pratiques sur la dorure électro-chimique*, s'est exprimé ainsi :

« Lorsqu'on ne doit dorer que de petits objets, ces incon-
» vénients sont sans doute d'une faible importance ; mais il
» n'en est plus de même quand on veut dorer des pièces de
» grande dimension.

» Le développement de l'acide prussique n'est pas, par
» exemple, considérable lorsqu'on dore une cuillère, un res-
» sort, etc., parce que, alors, on n'opère qu'avec une petite
» quantité de liquide (quelques centaines de grammes au plus),
» mais il est loin d'en être ainsi pour la dorure d'objets plus
» grands, qui nécessitent plusieurs litres de liquide à dorer.

» Aussi des ouvriers orfèvres qui ont essayé de dorer en
» suivant à la lettre les indications de la méthode française,
» m'ont-ils déjà rapporté qu'ils avaient été tourmentés pen-
» dant plusieurs heures, par des douleurs de tête extrême-
La con... violentes, pour être seulement restés exposés à l'ac-
de l'Instit des vapeurs de l'acide prussique dégagé pendant le
a eu raison s nécessaire à l'exécution de la dorure.
tion d'oxy précipité vert qui finit, à la longue, par passer
eu, doit être éliminé de toute nécessité, parce qu'il
(1) Voir un ose à ce que la dorure vienne toujours avec la cou-

» leur jaune d'or pur, qu'il lui est indispensable de présenter » pour être acceptable dans le commerce. »

Il est vrai que, en ajoutant en petite quantité un alcali ou son carbonate, on peut séparer le fer de la dissolution d'or; mais ce n'est jamais qu'incomplètement : il vaut donc mieux rejeter ce genre de bain ; j'ai la conviction intime que personne, dans l'avenir, n'en fera usage.

Le cyano-ferrure jaune de potassium pour faire un bain d'argent, est pire encore, attendu que le cyanure d'argent, malgré une longue ébullition, ne veut pas bien se dissoudre dans ce sel alcalin, et le fer ne veut point se séparer non plus; c'est pour cela que le mat d'argent qu'on obtient est très-sale.

Que dirai-je du sulfure d'or dissous dans le sulfure de potassium? C'est peut-être une des plus mauvaises combinaisons.

D'abord, la préparation du sulfure d'or, quoique facile, peut donner lieu, dans les ateliers de fabrication, à de fâcheux évènements; car le gaz hydrogène sulfuré (gaz acide hydro-sulfurique), qu'il faut faire passer par la dissolution de chlorure d'or ou d'aurate alcalin, est un des gaz les plus pernicieux; d'après l'expérience de M. Thénard, l'illustre chimiste, 1/250 dans l'atmosphère tue un cheval.

Si, du moins, ce genre de dissolution, dont la préparation n'est pas exempte de danger, permettait d'obtenir une dorure satisfaisante; mais, si j'en dois croire les expériences faites par M. Elsner et celles faites par moi, il n'en est pas ainsi.

Voyons ce que le chimiste de Berlin a écrit sur ce sujet :

« Je pris le sulfure d'or, que je fis dissoudre dans un » soluté aqueux de sulfure de potassium simple; puis j'es- » sayai de dorer, dans le liquide ainsi obtenu, des pièces » fabriquées avec les métaux indiqués (bronze, laiton, ar- » gent) ; mais je n'ai jamais pu réussir à obtenir une dorure » d'un jaune d'or; les pièces, après leur dorure, offraient » une couleur jaune tirant sur le brun, ou même, quelque- » fois une teinte tout à fait brun jaune; de sorte que pour » ne pas dépenser du temps et de l'or en pure perte, je me » trouvai dans la nécessité de suspendre ces essais. »

M. Jacobi, dans son rapport à l'Académie de Saint-Pétersbourg, a exprimé aussi l'opinion que le bain d'or précédent a des inconvénients et des désavantages.

Il est vrai qu'en combinant du sulfure d'or avec du cyanure simple de potassium on obtient un bain qui donne une bonne dorure ; mais, faire usage de 30 grammes de cyanure

alcalin pour 1 gramme d'or converti en sulfure, comme l'indique M. Christofle dans son brevet additionnel, c'est prendre cette substance, exhalant des vapeurs pernicieuses, dans une quantité vraiment effrayante.

Après le simple exposé que je viens de faire de tous les systèmes connus jusqu'ici pour l'application des métaux sur métaux, on ne peut tirer que ces conséquences :

1° Que, en voulant faire usage du cyanure d'or tel qu'on l'a indiqué, on ne peut l'appliquer industriellement, par les raisons que j'ai déduites plus haut ;

2° Que les dissolutions faites par le cyano-ferrure jaune de potassium, ont, comme je l'ai déjà signalé, deux inconvénients graves qui empêchent de s'en servir ;

3° Que, des dissolutions connues jusqu'ici, celles faites avec le cyanure simple de potassium sont les seules qui puissent donner des résultats satisfaisants sous le point commercial.

De tout ce qui précède, il résulte évidemment que nous ne possédons pas, jusqu'ici, de système d'application des métaux sur métaux qui, répondant aux conditions exigées par le commerce, comme la durée, la solidité, l'économie et la célérité, réunirait en même temps une salubrité réelle, et pourtant cette dernière condition est essentielle et réellement la plus importante, car elle intéresse à un haut degré l'humanité ; sans elle, l'application de l'électricité perdrait toute l'importance que l'Académie lui a donnée.

La question de salubrité est toujours celle qui préoccupe le plus les membres de l'Académie.

Il y a environ trois ans, on croyait que ce problème avait été tout-à-fait résolu par les perfectionnements dus à M. de Ruolz ; mais de longues expériences, entreprises depuis, ont malheureusement prouvé que ce but tant désiré est resté sans résultat, et par conséquent, cette question est encore à résoudre.

Il y a un an et demi, c'est-à-dire dès le commencement des expériences que j'ai entreprises pour l'application des métaux sur les métaux sous l'influence des forces électro-chimiques, et auxquelles j'ai employé tout mon temps, appréciant toute l'importance de la question de salubrité, j'ai acquis l'intime conviction que l'emploi du cyanure simple de potassium, pour le commerce, est le meilleur ; mais pour remédier à cet inconvénient si grave de l'exhalation, pendant l'opération, d'acide hydrocyanique, si désagréable et si malsain, dont j'ai vu les résultats fâcheux sur ceux qui ont pratiqué et sur moi-même, j'ai tourné toute mon attention vers ce but.

Les dissolutions dont fait partie le cyanure simple de potassium telles qu'elles sont désignées par MM. Elkington et de Ruolz, ont, comme tout le monde sait, deux inconvénients, d'abord elles sont chères, à cause de la grande quantité de ce dissolvant coûteux, et, outre cela, elles exhalent des vapeurs nuisibles.

Pour obvier à ces inconvénients, j'ai entrepris une série d'expériences qui m'ont prouvé qu'il n'est nullement nécessaire de prendre le cyanure simple de potassium dans des quantités si grandes que celles énoncées, c'est-à-dire 1/10 de la quantité employée par M. Christofle (1), donne des résultats complètement satisfaisants.

Par cela même, l'usage du cyanure simple de potassium devient, sans aucun doute, applicable à l'industrie, puisque les frais de la substance additionnelle sont dix fois moindres, et que, ce qui est surtout le plus important, le dégagement des vapeurs d'acide hydrocyanique est diminué de dix fois, ce qui le rend peu sensible.

Plus tard, je me suis convaincu que, préparant les cyanures doubles proprement dits (l'aurocyanure de potassium, l'argentocyanure de potassium, le cuivrocyanure de potassium), dans lesquels il n'y a pas d'excès de cyanure de potassium, ces combinaisons sont plus stables et mêmes meilleures pour le but qu'on se propose.

Cela m'a donné cette conviction, que le dégagement d'acide prussique provient de la décomposition de l'excès de cyanure de potassium en contact avec l'air fournissant l'acide carbonique, plutôt que de la décomposition du cyanure double par l'électricité.

Dans le bain préparé de cette manière, par l'emploi des anodes solubles, on augmente encore la salubrité, car le cyanogène dégagé de sa combinaison par l'électricité s'unit à l'anode et le dissout, et par cela on prévient son exhalation, et le bain reste toujours à la même force.

Puisque, comme l'expérience me l'a prouvé, les métaux ne sont point précipités de leurs dissolutions de cyanures doubles par les alcalis les plus puissants, comme la potasse, la soude, la lithine, cela m'a donné l'idée d'augmenter encore davantage la salubrité de mes bains par l'addition de la potasse ou de la soude pure, qui empêche presque complétement le dégagement des vapeurs nuisibles; ce qui me donne

(1) Il ne faut pas oublier que, pour 1 partie de chlorure d'or, on indique 24 parties de cyanure simple de potassium, ce qui fait à peu près 40 parties de ce dissolvant, pour 1 partie d'or convertie en chlorure d'or.

encore le moyen de procurer, à volonté, la conductibilité à mes bains.

Il est évident que, pour le système que je propose, le but est parfaitement rempli tant sous le rapport commercial que sous celui de la salubrité.

Outre les bains précédents, j'ai découvert que les cyanates, c'est-à-dire les dissolutions dans lesquelles le cyanogène est combiné avec l'oxygène, donnent des résultats satisfaisants sous tous les rapports, comme je le prouverai plus bas, en parlant de la préparation de ce bain, qui ne dégage aucune vapeur nuisible.

Enfin mes expériences m'ont prouvé que le chlorure d'or, combiné avec tous les sels alcalins et terreux (excepté les sels végétaux qui précipitent l'or à l'état métallique), procure des bains à bon compte, salubres et donnant des résultats satisfaisants après l'addition du borate de potasse.

Les séléniures doubles et les séléniates sont encore susceptibles de donner des bains salubres

A présent il ne me reste plus qu'à décrire, avec précision et développement, le mode de fabrication de quelques substances et la préparation des bains que je propose, afin que toutes personnes, même étrangères aux sciences chimiques, puissent facilement les comprendre et les exécuter.

Préparation du cyanate de potasse.

On peut obtenir le cyanate de potasse en chauffant jusqu'au rouge faible des parties égales de cyano-ferrure jaune de potassium et de peroxyde de manganèse.

Après le refroidissement, il faut faire bouillir la scorie dans de l'esprit-de-vin d'une pesanteur spécifique de 0.86; alors la liqueur chaude, qu'on filtre promptement, laisse déposer le cyanate en paillettes cristallines (1).

Mais cette méthode a cet inconvénient, que la partie du cyanogène, qui est combinée avec le fer, est perdue, et qu'il est nécessaire d'avoir recours à l'alcool pour en extraire le cyanate de potasse exempt de fer, ce qui fait perdre beaucoup de temps et augmente les frais de préparation.

Je préfère la méthode suivante, qui consiste à convertir le cyanure simple de potassium en cyanate de potasse par un des oxydes faciles à réduire.

Il est vrai que le cyanure simple de potassium est cher; il faut donc le préparer soi-même pour avoir le cyanate de potasse à bon marché, c'est-à-dire pour pouvoir en faire usage dans la fabrique électro-chimique.

(1) Voir *Traité de Chimie*, de Thénard.

La meilleure méthode pour la fabrication du cyanure simple de potassium d'après M. Liebig, consiste à fondre, dans le creuset de Hesse :

Cyanoferrure jaune de potassium. . .	8 parties.
Carbonate de potasse.	3 —

Mais pour obtenir un résultat satisfaisant, le carbonate de potasse doit être pur, et il est difficile de trouver ce dernier produit en état de pureté nécessaire.

Ordinairement le carbonate de potasse du commerce, vendu comme pur, contient, outre du muriate de potasse, un peu de silex, quelquefois même une grande quantité de sulfate de potasse, qui nuit beaucoup au succès de l'opération.

J'ai modifié cette méthode en remplaçant le carbonate de potasse par le bicarbonate de la même base, qui est à peu près pur, et en faisant usage d'un creuset en fer, attendu que le cyanure simple de potassium, en état de fusion, traverse très-facilement le creuset de Hesse, ce qui diminue considérablement la quantité du produit désiré, et en outre il dissout un peu de silex.

Voilà la méthode de préparation que je pratique :

Je prends

Cyanoferrure jaune de potassium. . .	2 parties.
Bicarbonate de potasse cristallisé. . .	1 —

Je réduis en poudre, dans un mortier en fonte, le cyanoferrure jaune de potassium, et je le grille doucement sur une plaque en tôle formant le dessus d'un petit poêle, en mêlant toujours avec un couteau à palette, jusqu'à ce que toute l'eau de cristallisation, qui, comme on le sait, fait un dixième de son poids, soit chassée.

Je pile de même le bicarbonate de potasse et je le grille longtemps, pour chasser entièrement non-seulement l'eau de cristallisation, mais encore une partie d'acide carbonique.

Je mêle intimement les deux substances grillées et je les pile de nouveau, pour en avoir une poudre impalpable.

J'introduis enfin ce mélange dans le creuset en fer, préalablement chauffé au rouge faible, je mets un couvercle et je soumets à la même température.

Les deux substances ne tarderont pas à se fondre ; pendant ce temps, je remue quelquefois la substance fondue avec une baguette de verre chaude.

Il se *présente*, en commençant, une masse fondue noire

qui s'éclaircit de plus en plus, et devient enfin limpide et incolore.

Mais, pour ne pas la tenir trop longtemps sur le feu, il faut suivre attentivement la marche de l'opération.

Pour cela il faut introduire de temps en temps une baguette de verre chaude; la partie qui adhère au liquide devient d'abord brune en se refroidissant, puis jaune, et enfin, dès que la combinaison chimique est complètement terminée, limpide et incolore comme de l'eau, elle se concrète en une masse cristalline d'une blancheur éclatante.

Cette opération dure ordinairement une demi-heure.

Il ne reste alors qu'à retirer du feu le creuset avec une longue pince en fer, et le laisser un peu refroidir, afin que les flocons bruns, noirs, qui constituent le charbon et le carbure de fer qu'on remarque sur la surface pendant la fusion, se déposent au fond; alors je verse, avec lenteur et précaution, la masse fondue surnageante dans un vase en terre ordinaire vernie préalablement bien chauffé.

Le cyanure de potassium, préparé comme il vient d'être indiqué ci-dessus, se présente après le refroidissement, sous la forme d'une masse cristalline, sans eau, de la couleur du lait, d'une blancheur éclatante.

Je dois prévenir que le cyanure de potassium, exhalant, en contact avec l'air, des vapeurs d'acide hydrocyanique, doit être renfermé dans un bocal hermétiquement bouché à l'émeri.

Ayant préparé le cyanure simple de potassium par la méthode décrite, rien n'est plus facile que d'obtenir le cyanate de potasse désiré, puisque le cyanure de potassium a la propriété de réduire facilement certains oxydes métalliques, et sous ce rapport se comporte complètement comme le potassium.

Voici la méthode de préparation :

Dans un creuset chauffé au rouge faible, j'introduis le cyanure simple de potassium, où il se fond en peu de temps; alors je jette peu à peu, dans la masse fondue, de l'oxyde de plomb (litharge ordinaire) pulvérisé préalablement calciné.

Je procède peu à peu, car, sans cela, la masse déborderait.

L'oxyde de plomb introduit est réduit instantanément, avec bruit et dégagement de lumière, c'est-à-dire que l'oxygène qui a été en combinaison avec le plomb s'unit au potassium et au cyanogène, et forme, de cette manière, le cyanate de potasse.

Quant au plomb, il est, dès le commencement, mélangé avec la masse de cyanate de potasse; mais par une plus forte

chaleur, il se rassemble au fond du creuset, sous la forme d'un culot.

Il faut ajouter la litharge en excès, pour être certain que tour le cyanure est changé en cyanate ; alors je retire mon creuset, je laisse un peu refroidir, et je verse avec précaution la masse fondue surnageante dans un vase en terre préalablement bien chauffé.

La masse, complètement refroidie, se présente sous une couleur grise due à une partie de plomb et à l'excès de la litharge qui sont mélangés physiquement.

Pour la débarrasser de ces corps, c'est-à-dire pour l'avoir en état de pureté, il faut faire bouillir la scorie réduite en poudre dans l'esprit-de-vin (alcool) marquant 8°.86, filtrer promptement et faire refroidir.

De cette manière, on obtient le cyanate de potasse en paillettes blanches, cristallines, sans eau.

Je dois prévenir que l'alcool absolu ne dissout point le cyanate de potasse ; il faut donc bien se garder d'en faire usage, attendu que l'opération ne réussirait pas.

J'ajouterai que, pour le but pour lequel nous proposons le cyanate de potasse, il n'est pas absolument nécessaire de le purger par l'alcool, qui augmente beaucoup les frais de préparation, puisque, avant de s'en servir, dès que le cyanate est dissous dans l'eau, on peut bien en extraire les matières étrangères que nous avons signalées par la filtration.

Le cyanate de potasse est une combinaison plus stable que le cyanure de potassium, puisqu'il n'est pas décomposé par l'acide carbonique dans l'air, et il ne dégage point d'acide hydrocyanique ; sa saveur est alcaline, ayant beaucoup d'analogie avec le nitre.

Les produits de sa décomposition, à l'état gazeux, sont l'acide carbonique et l'ammoniaque, ce qui fournit un moyen facile de se convaincre si le cyanate est bien préparé.

La dissolution du cyanate de potasse, traitée par l'acide nitrique, donne une odeur prononcée d'ammoniaque ; elle ne doit point exhaler la moindre odeur hydrocyanique.

Si cette dernière circonstance a lieu, cela prouve que tout le cyanure de potassium n'a pas été changé en cyanate, c'est-à-dire que la litharge n'a pas été ajoutée en proportion suffisante.

Remarque.

Au lieu de l'oxyde de plomb (litharge) pour convertir le cyanure de potasse en cyanate de potasse, on peut se servir d'*autres* oxydes métalliques ; par exemple, de peroxyde de

manganèse, d'oxyde de fer, d'oxyde de cuivre, et d'oxyde d'antimoine ; mais je préfère la litharge, parce que c'est un produit à bon marché et qu'on peut trouver partout.

Je vais décrire les divers bains métalliques dont je fais usage.

DORURE.

Pour faire un bain d'or, il faut fabriquer le sel d'or ; pour l'obtenir il est nécessaire de préparer d'abord le perchlorure d'or.

Je dissous 1 partie d'or pur laminé, c'est-à-dire au millième, dans 4 parties d'acide hydrochloronitrique (eau régale composée de 1 partie d'acide nitrique pur et 2 parties d'acide hydrochlorique pur).

La dissolution doit être faite dans un ballon en verre placé sur un bain de sable médiocrement chaud ou mieux froid.

Mais il faut toujours placer le ballon sous la cheminée, car le gaze acide nitreux, qui se dégage alors sous la forme de vapeurs rougeâtres, est très-nuisible à l'économie animale.

Pendant longtemps, comme tout le monde, j'ai fait la dissolution d'or dans une capsule en porcelaine; mais ce moyen est défectueux; car l'or, en se dissolvant avec vive effervescence, cause une petite pluie d'eau régale chargée d'or qui s'élève, en tous sens, à la hauteur de 10 centimètres et plus, et qui occasionne une perte d'or plus considérable encore que lorsque la dissolution est faite sur un bain de sable très-chaud.

Outre cela, l'acide hydrochloronitrique pris dans la proportion pour fournir le chlore est presque toujours insuffisant pour dissoudre l'or complètement, cela force l'opérateur à ajouter plus d'eau régale ; c'est ce qui doit être évité, comme prolongeant l'opération.

C'est pour cette raison que je préfère l'usage du ballon.

Dès que l'or est dissous complètement, j'ajoute alors 1/2 partie d'eau distillée, et j'évapore la dissolution sur le bain de sable, jusqu'à ce que celle-ci, fortement concentrée, devienne d'un rouge intense et capable de se cristalliser par le refroidissement.

Il faut bien se garder de pousser l'évaporation à siccité ou de la faire à une température trop élevée, parce que, alors, une partie du perchlorure d'or serait décomposée et changée en protochlorure d'or, qui, traité ensuite par l'eau chaude, se convertit, partie en perchlorure et partie en or métallique très-divisé.

J'ajoute une nouvelle portion d'eau distillée, de 1 partie à 1

partie 1/2 et j'évapore jusqu'à ce que la dissolution du perchlorure d'or devienne complètement neutre.

L'opération est alors finie, et on peut s'en servir pour former les autres sels d'or et les bains proposés.

Pour obtenir le perchlorure d'or à l'état solide, il faut faire une seconde évaporation dans une capsule en porcelaine et la pousser jusqu'à ce qu'il commence à se former une légère pellicule à la surface de la dissolution; alors, par refroidissement, on obtient des cristaux d'un rouge intense de perchlorure d'or.

Remarque.

Le perchlorure d'or vendu dans les fabriques de produits chimiques est d'une couleur jaune, ce qui prouve qu'il contient sinon peu d'acide, du moins beaucoup d'eau, et réellement le gramme de ce sel ne renferme que 5/10 à 6/10 de gramme d'or.

I. *Bain d'or.*

A la solution aqueuse de 1 partie d'or convertie en perchlorure d'or neutre, j'ajoute la dissolution forte de 3 parties de cyanure de potasse préalablement filtrées; je laisse un peu en repos, et ensuite, pour hâter et faciliter la combinaison chimique, je place un ballon en verre sur un bain de sable fortement chauffé.

Après l'ébullition pendant un quart-d'heure ou une demi-heure, la dissolution change rapidement sa couleur jaune primitive en orange intense et le précipité se forme; je retire le ballon du feu et je le laisse en repos.

Alors tout le précipité, d'une couleur orange intense, tirant même un peu sur le rouge, constituant le sel d'or, qui n'est que le cyanate d'or, se dépose au fond, et la liqueur surnageante reste limpide, incolore, contenant le chlorure de potassium, résultat de la décomposition du perchlorure d'or.

Je sépare le sel d'or par la décantation ou par la filtration, et ensuite je le jette dans 250 parties d'eau distillée contenant 12 parties de cyanate de potasse.

De cette manière, j'obtiens un bain d'or limpide, incolore, dont je puis faire usage à froid et à chaud.

Je préfère dorer à chaud, parce que l'opération marche plus promptement et que la couleur d'or déposée est plus jolie.

On peut varier la quantité du dissolvant comme celle de l'eau; mais, en règle générale, il faut prendre toujours une quantité de dissolvant suffisante pour dissoudre le sel métallique et pour donner la conductibilité nécessaire au bain.

Si on prend, par exemple, deux fois plus d'eau, il est préférable de prendre aussi deux fois plus de dissolvant pour avoir la même conductibilité; mais dans le cas où ce dissolvant ne développe pas de gaz nuisibles : s'il en dégage, il faut donner la conductibilité au moyen d'autres substances convenables.

Quant à l'eau, on peut en prendre de 100 à 500 parties pour 1 partie d'or, mais je ne conseille pas de passer ces bornes.

II. *Autre bain.*

Avec la dissolution concentrée de 1 partie d'or convertie en perchlorure d'or neutre, je mêle une dissolution de 1/2 partie de chlorure de sodium (sel marin), et j'évapore dans une capsule de porcelaine sur un bain de sable, pour obtenir le chlorure double d'or et de sodium cristallisé en prismes d'un rouge orange.

Alors, pour 1 partie de sel double, je prends :

Cyanate de potasse..........	10 parties.
Eau distillée...............	150 —

Au lieu de chlorure double d'or et de sodium, on peut prendre, pour préparer le bain tous les autres chlorures doubles d'or, comme chlorure double d'or et de potassium, chlorure double d'or et de lithium, de magnésium, de barium, d'ammonium, et, puisque le mode de préparation est le même que pour le chorure double d'or et de sodium, je me dispenserai de le répéter.

III. *Autre bain.*

Pour 1 partie de cyanate d'or obtenue par la réaction du cyanate de potasse sur le perchlorure d'or, comme je l'ai indiqué plus haut, je prends :

Cyanure simple de potassium.....	1 partie.
Cyanate de potasse...........	4 —
Potasse ou soude pures à l'alcool...	3 —

Quoique, dans ce bain, le cyanure simple de potassium soit pris dans son minimum, l'expérience m'a montré qu'il est indispensable d'ajouter, dans la préparation indiquée, l'oxyde de potassium ou de sodium, pour empêcher l'exhalation de vapeurs d'acide hydrocyanique, et avoir, de cette manière, un bain salubre.

IV. *Autre bain.*

Dans une dissolution concentrée de 1 partie d'or convertie en perchlorure complètement neutre, je verse 3 parties

de cyanure simple de potassium dissoutes dans une très-petite quantité d'eau distillée, je répète peu à peu, car la combinaison se fait violemment et avec une si vive effervescence que la dissolution d'or déborderait ; c'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'opérer dans un ballon en verre, et non dans une capsule de porcelaine, car une partie de l'or serait perdue.

Dès le commencement de cette opération, le perchlorure d'or et le cyanure de potassium se décomposent réciproquement, et il en résulte le cyanure d'or qui se précipite en poudre jaune très-pâle.

Sitôt que le chlorure de potassium se forme et se dissout, et dès que tout le chlorure d'or se convertit en cyanure, l'effervescence cesse complètement, et une nouvelle partie de solution de cyanure alcalin ne fait que dissoudre le précipité d'abord formé.

Alors je verse cette solution d'or dans une capsule en porcelaine, et je l'évapore sur un bain de sable.

De cette manière, j'obtiens les paillettes blanches du sel d'or double, l'aurocyanure potassique (ou cyano-aurure de potassium).

C'est une très-bonne combinaison, plus stable que toutes celles employées pour la dorure, où il entre du cyanogène, ou plutôt le cyanogène combiné avec l'hydrogène, attendu que l'excès de cyanure de potassium et le chlorure de potassium restent dans les eaux mères.

Ayant préparé ce sel double, je prends, pour 1 partie d'or convertie en sel double (aurocyanure potassique) :

Cyanate de potasse.	3 parties.
Potasse ou soude pures à l'alcool. . .	4 —
Eau distillée.	250 —

Dans ce bain, l'oxyde de potassium ou de sodium joue le même rôle que dans le bain précédent.

Dans la préparation du bain dont nous nous occupons, on peut supprimer le cyanate de potasse ; mais alors il faut prendre plus de potasse ou de soude, par exemple 6 ou 7 parties.

V. *Autre bain.*

Sel d'or précipité par le cyanate de potasse.	1 partie.
Hyposulfite de soude.	12 —
Eau distillée.	250 —

Au lieu d'hyposulfite de soude, on peut prendre l'hyposulfite de potasse ou tous autres hyposulfites alcalins solubles.

VI. *Autre bain.*

Sel d'or précipité par le cyanate de potasse.	1 partie.
Hyposulfite de soude ou autre.	6 —
Cyanate de potasse.	6 —
Eau distillée.	250 —

VII. *Autre bain.*

Pour 1 partie de sel d'or obtenue par le cyanate de potasse, je verse une solution de sulfite de potasse en quantité suffisante pour la dissoudre; j'ajoute ensuite 3 parties de cyanate de potasse, et je verse de l'eau distillée pour en avoir 250 parties pour 1 partie d'or.

Au lieu de sulfite de potasse, on peut faire usage du sulfite de soude ou des autres sulfites alcalins solubles, qui donnent les mêmes résultats.

Puisque l'on ne peut pas facilement trouver le sulfite de potasse dans les fabriques de produits chimiques, il faut donc savoir la méthode de fabrication (1).

VIII. *Autre bain.*

Perchlorure d'or neutre.	1 partie.
Cyanure simple de potassium.	1 —
Eau distillée.	100 —

A cette dissolution j'ajoute 6 parties de borate de potasse cristallisé, que je prépare en dissolvant une partie d'acide borique dans 2 parties de potasse pure, qui, par l'évaporation, me donnent le sel désiré.

IX. *Autre bain.*

A la dissolution de 1 partie de perchlorure d'or neutre, j'ajoute une solution de sulfocyanure de potassium, jusqu'à ce qu'il se forme un précipité d'une couleur de chair, qui est le sulfocyanure d'or; je le laisse déposer, et, après la décantation, je lave le précipité et je le jette dans 100 parties d'eau distillée contenant 12 parties d'hyposulfite de soude.

Comme il est difficile de se procurer, dans les fabriques de produits chimiques, le sulfocyanure de potassium, et qu'en

(1) Pour obtenir le sulfite de potasse, il faut dissoudre, dans l'eau distillée, du bicarbonate de potasse, filtrer, et ensuite faire passer dans cette dissolution du gaz acide sulfureux, qui s'obtient en versant, sur de la limaille de cuivre, de l'acide sulfurique concentré, et en adaptant un tube en verre recourbé qu'on plonge dans la solu-
bi-carbonate de potasse.

outre il est fort cher, voilà la méthode de fabrication que je pratique.

Préparation du sulfocyanure de potassium.

D'après Berzelius, le sulfocyanure de potassium s'obtient en mêlant le cyanoferrure jaune de potassium avec la moitié de son poids de soufre, et en chauffant le mélange dans un matras de verre jusqu'à ce que la masse soit en fusion complète.

Mais cette méthode a beaucoup d'inconvénients, parce qu'il se forme simultanément du sulfocyanure de fer, qui se décompose à une température élevée donnant lieu à du sulfure.

Outre cela, il faut nécessairement avoir recours à l'alcool, pour obtenir le produit désiré en état de pureté, ce qui rend l'opération longue et coûteuse.

Pour obvier à ces inconvénients, je prends du cyanure simple de potassium (préparé comme je l'ai dit plus haut en parlant de la composition du cyanate de potasse), au lieu de cyano-ferrure jaune de potassium ; je pile dans un mortier en fer 1 partie de cyanure simple de potassium et je le mêle exactement avec une 1/2 partie de soufre pur.

J'introduis ce mélange dans un matras en verre.

Après l'avoir bouché et luté, ou, mieux, ce qui est plus sûr, après avoir adapté au cou du matras un tube simple recourbé, dont un des bouts doit être plongé dans un vase contenant de l'eau, je place d'abord le matras sur un bain de sable, et, lorsque le soufre se fond, je le tiens alors sur des charbons vifs jusqu'à ce que la masse soit en fusion complète et devienne limpide.

Il ne reste plus qu'à verser la masse fondue, qui est du sulfo-cyanure de potassium, dans un vase en terre préalablement chauffé, ou, mieux, le laisser refroidir dans un ballon bouché, et le briser, après le refroidissement complet, pour obtenir la substance à l'état solide et la conserver, pour s'en servir, dans un bocal hermétiquement bouché à l'émeri.

Au lieu de soufre, on peut prendre des sulfures métalliques dans la proportion convenable, par exemple, du sulfure d'étain, du sulfure d'antimoine, puisque, comme M. Liebig le fait remarquer dans ses mémoires, le cyanure simple de potassium a la propriété de réduire facilement certains sulfures métalliques en se changeant en sulfo-cyanure.

Dans tous les cas, il ne faut pas oublier que la préparation doit être faite à l'abri du contact de l'air.

X. *Autre bain.*

Perchlorure d'or neutre.	1 partie.
Chlorure de sodium (sel marin). . . .	1 —
Borate de potasse cristallisé.	6 —
Eau distillée.	120 —

XI. *Autre bain.*

Perchlorure d'or neutre.	1 partie.
Iodate de potasse.	3 —
Eau distillée.	120 —

J'ajoute ensuite 3 parties de borate de potasse.

XII. *Autre bain.*

Perchlorure d'or neutre.	1 partie.
Bromate de potasse.	6 —
Eau distillée.	120 —

En mêlant la solution de chlorure d'or avec celle de bromate de potasse, il se forme du bromate d'or, qui se dissout facilement.

Le chlorure de potassium qui se forme simultanément ne nuit pas à l'opération.

Si la petite quantité de sel d'or forme un précipité, qui n'est pas du bromure d'or, elle prouve que le bromate de potasse employé n'était pas pur et renfermait un peu de bromure de potassium.

On peut facilement dissoudre ce bromure d'or dans l'hyposulfite de soude, et obtenir ainsi un bain propre à l'usage.

XIII. *Autre bain.*

A la solution de 1 partie d'or convertie en perchlorure d'or neutre j'ajoute peu à peu 10 parties de carbonate de potasse pur, et je fais bouillir pendant deux heures jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de dépôt noir.

Après le refroidissement, je filtre et verse ensuite l'acide bromique, pour convertir l'aurate de potasse en bromate d'or et bromate de potasse.

La liqueur doit toujours être légèrement alcaline, et il faut 250 parties d'eau distillée pour 1 partie d'or.

Ce bain n'est réellement qu'une modification du bain précédent.

XIV. *Autre bain.*

Or converti en perchlorure d'or neutre.	1 partie.

Carbonate de potasse ou de soude.. .	10 parties.
Eau distillée.	300 —

Je fais bouillir ce mélange pendant deux heures, comme pour le bain précédent, et, après le filtrage, j'ajoute 5 parties de borate de potasse cristallisé.

XV. *Autre bain.*

Outre les dissolutions décrites plus haut, on peut faire usage des bains suivants :

Séléniate d'or.	1 partie.
Séléniate de potasse ou de soude. . .	6 —
Eau distillée.	150 —

Puisque le séléniate d'or est un sel inconnu, et que c'est M. Mitscherlich seulement qui a appris que l'acide sélénique dissolvait l'or, il faut donc préparer ce sel.

Pour cela, il est essentiel d'acheter le sélénium au Hartz, où il se trouve abondamment combiné avec l'argent dans les mines, ce qui fait qu'on peut l'avoir à bon marché.

Le sélénium, à Paris, est cher, parce qu'il ne reçoit aucune application dans les arts, et, en raison du prix actuel, il est impossible d'en faire usage dans l'industrie, c'est pourquoi il faut savoir préparer les combinaisons proposées.

La préparation de l'acide sélénique est facile quoique longue, et puisqu'elle est bien décrite dans des ouvrages chimiques, surtout dans les *Traités de chimie* de M. Mitscherlich et de Berzélius, je me dispenserai donc de la répéter ici.

Pour avoir le séléniate d'or il faut dissoudre de l'or pur laminé dans l'acide sélénique.

Pendant ce temps l'or qui s'oxyde aux dépens d'une partie de l'acide, en le changeant en acide sélénieux, se combine avec l'autre partie d'acide sélénique, et forme le séléniate d'or.

Je filtre la dissolution pour en séparer l'acide sélénieux, qui est à l'état solide.

Il ne reste alors qu'à évaporer la dissolution pour chasser l'excès d'acide sélénique, et par le refroidissement on obtient des cristaux de séléniate d'or.

On peut aussi préparer le séléniate d'or par la méthode suivante :

Je prépare d'abord, par un des moyens connus, l'oxyde d'or, et ensuite je le dissous dans l'acide sélénique ; en évaporant, j'obtiens en cristaux le sel désiré.

Quant au séléniate de potasse, il se prépare en saturant

l'acide sélénique par de la potasse pure (à l'alcool) ou par le bicarbonate de potasse.

Evaporant ensuite la solution, j'obtiens par le refroidissement, les cristaux du sel que je voulais.

XVI. *Autre bain.*

Séléniure d'or.	1 partie.
Séléniure de potassium.	10 —
Eau distillée.	150 —

Le séléniure d'or, comme celui de potassium, peut se préparer directement, en traitant le sélénium avec de l'or et du potassium ; mais il est mieux de préparer ces sels haloïdes, surtout pour le but que nous nous proposons, en obtenant d'abord la dissolution d'aurate de potasse, comme dans le bain XIII, et en faisant passer, au travers de celle-ci, du gaz hydrogène sélénié (acide hydrosélénique.)

Pour obtenir le gaz hydrogène sélénié, je mets, dans un petit ballon, du séléniure de fer ; je verse de l'acide hydrochlorique étendu d'eau, et adaptant un tube en verre recourbé, je le plonge dans la dissolution d'aurate de potasse ; je chauffe le ballon avec une lampe à esprit-de-vin ; alors le séléniure de fer se décompose et forme du chlorure de fer, tandis que le sélénium se combine avec l'hydrogène donnant naissance à l'acide hydrosélénique, qui à l'état de gaz passe dans la dissolution d'aurate alcalin, où l'oxygène de celui-ci se combine avec l'hydrogène de l'acide hydrosélénique et donne de l'eau, et, réciproquement, le sélénium se combine avec l'or et le potassium, et forme le séléniure d'or et le séléniure de potassium, qui se dissolvent.

XVII. *Autre bain.*

Perchlorure d'or neutre.	1 partie.
Sulfate de potasse.	3 —
Eau distillée.	150 —

A cette dissolution j'ajoute enfin 3 parties de borate de potasse.

Remarques générales.

Avec toutes les dissolutions que j'ai décrites, je dore par la pile à courant constant du professeur Daniell, ou par celle modifiée de M. Becquerel.

Il ne faut jamais oublier, pendant l'opération, que l'intensité de l'électricité, qui dépend du nombre d'éléments, doit *toujours être* proportionnée à la force de la dissolution, ou

plutôt au degré de conductibilité du bain, et que la quantité d'électricité, due à la grandeur des éléments, doit être en raison de la surface à dorer.

On peut facilement obtenir cette dernière condition en plongeant, plus ou moins profondément, dans le bain, un fil de platine ou d'or, en communication avec le cuivre ou un autre métal jouant le même rôle dans l'appareil électrique.

On modifie ainsi la quantité d'électricité, et on obtient une dorure convenable.

Puisque la pile est un instrument connu depuis longtemps et répandu, je me dispenserai d'entrer dans des détails de construction des appareils galvaniques attendu que les ouvrages de physique, surtout le *Traité de l'électricité*, par M. Becquerel, et même les *Eléments d'électro-chimie*, publiés par ce savant, comme aussi d'autres ouvrages de ce genre consacrés aux applications des métaux sous l'influence des forces électro-chimiques, traitent cette matière avec précision et de grands développements.

Les industriels voulant donc connaître à fond la pile, cet instrument si puissant, doivent consulter, avant tout, les ouvrages de M. Becquerel.

Dorure par le contact hydro-électrique.

Toutes les dissolutions que nous avons signalées peuvent aussi fournir des bains propres pour la dorure par le contact hydro-électrique, c'est-à-dire avec l'appareil simple, sans cloisons; mais alors il faut leur donner plus de conductibilité par l'addition convenable du chlorure de sodium (sel marin).

Pour obtenir les bains avec la conductibilité nécessaire pour ce genre d'application d'or, je les prépare absolument comme je l'ai dit plus haut, et alors j'ajoute 15 parties de chlorure de sodium pour 1 partie d'or.

Le bain est alors préparé pour s'en servir.

Pour dorer dans un vase en porcelaine, ou, mieux, dans un vase en fonte garni en porcelaine, je chauffe le bain jusqu'à l'ébullition sur un petit poêle ou un réchaud; je prends une lame de zinc bien propre, large, par exemple, de $0^m.02$ ou $0^m.03$ et longue de $0^m.30$, et je plonge un bout de celle-ci dans le bain, simultanément avec l'objet à dorer, préalablement bien nettoyé, étant en communication directe avec le zinc, ou, mieux, par un fil mince de platine.

L'objet est couvert d'une couche d'or dont l'épaisseur dépend du temps, et cela instantanément; mais elle n'augmente pas en raison directe du temps, comme dans la dorure avec l'appareil *composé* à courant constant, parce que le zinc im-

mergé se couvre d'or, ce qui diminue l'action électro-chimique; cela force l'opérateur à changer souvent la lame de zinc, et à la débarrasser de l'or dont elle est couverte avant de la replonger dans le bain, dans le cas où il faut donner une épaisseur considérable à la couche d'or déposée.

Il est évident que la quantité d'électricité dépend, en ce cas, de la surface plongée, qui influe beaucoup sur la couleur de l'or.

Il faut donc toujours plonger le zinc dans le bain proportionnellement à la grandeur de la surface à dorer.

Cette manière d'opérer est purement pratique, et ce n'est qu'en mettant la main à l'œuvre qu'on peut acquérir l'habitude nécessaire pour réussir complètement.

Dorure rouge.

Pour obtenir la dorure rouge exigée quelquefois dans le commerce, il faut ajouter au bain d'or un bain de cuivre, dans les proportions convenables pour avoir la nuance désirée.

Cette opération est purement pratique et ne présente aucune difficulté.

Or pâle. — Or vert.

Pour avoir une dorure pâle, qui est un alliage d'or et d'argent, il faut ajouter au bain d'or celui d'argent, en proportion convenable pour obtenir la nuance désirée, et, si on désire une nuance verte, il faut ajouter au bain d'or un bain d'argent, mais en proportion plus grande que pour la dorure pâle.

ARGENTURE.

Avant de parler de la composition des bains propres à l'argenture électro-chimique, je dois parler du mode de préparation du nitrate d'argent, que l'on a besoin de convertir pour les autres sels.

Je mets 1 partie d'argent pur (vierge) dans une capsule en porcelaine, contenant 2 parties d'acide nitrique pur, et je place la capsule sur un bain de sable médiocrement chaud.

Alors une partie de l'acide azotique se décompose; l'oxygène naissant s'unit à l'argent et le change en oxyde d'argent, et le gaz acide nitreux (deutoxyde d'azote) se dégage sous forme de vapeurs rougeâtres, qu'il faut bien se garder de respirer, parce qu'elles sont très-nuisibles; c'est pourquoi il est essentiel de faire l'opération sous une cheminée *bien aérée.*

L'autre partie d'acide nitrique, s'unissant à l'oxyde d'ar-

gent, donne le nitrate d'argent, qui, en se refroidissant se cristallise.

Mais le sel obtenu de cette manière contient encore beaucoup d'acide qu'il faut chasser ; c'est pourquoi je ne le fais pas cristalliser, mais je l'évapore sur un bain bien chaud jusqu'à siccité complète.

Je dissous de nouveau la masse blanche dans une petite quantité d'eau distillée ; j'évapore encore la dissolution, qui s'épaissit et donne des cristaux par refroidissement, ou, mieux je pousse l'évaporation jusqu'à siccité.

J'obtiens ainsi le nitrate d'argent complètement neutre.

I. *Bain d'argent.*

Nitrate d'argent neutre.	1 partie.
Cyanate de potasse.	1 1/2 ou 2
Hyposulfite de soude..	8
Eau distillée.	100

Je dissous d'abord le nitrate d'argent dans une petite quantité d'eau distillée, et dans cette solution je verse le soluté de cyanate de potasse, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité blanc, qui est le cyanate d'oxyde d'argent ; je le laisse se déposer au fond du ballon, et je le sépare par la décantation ou la filtration.

Après l'avoir bien lavé, je le jette dans 100 parties d'eau distillée contenant 8 parties d'hyposulfite de soude.

Le cyanate d'argent se dissout et donne un bain limpide, incolore, que je filtre avant l'usage.

II. *Autre bain.*

Nitrate d'argent neutre.	1 partie.
Sulfocyanure de potassium..	1 1/2 ou 2

Ce qui forme le sulfocyanure d'argent sous la forme d'une poudre blanche, que je dissous dans la solution de 100 parties d'eau distillée contenant 8 parties d'hyposulfite de soude.

La manipulation est la même que pour le bain précédent.

III. *Autre bain.*

Nitrate d'argent.	1 partie.
Chlorate de potasse.	1 1/2
Eau distillée.	100

IV. *Autre bain.*

Nitrate d'argent neutre.	1 partie.
Tartrate de soude ou de potasse. . .	1 1/2

Je verse la solution d'un de ces sels dans la solution du premier, jusqu'à ce qu'il cesse de se former un précipité de poudre blanche, qui est le tartrate d'argent, et que, après le lavage, je dissous dans 180 parties d'eau distillée contenant de 1 partie à 1 partie 1/4 de cyanure simple de potassium, et ensuite j'ajoute 5 parties de potasse caustique à la chaux ou, mieux, de potasse pure à l'alcool.

Bien que je prenne le cyanure simple de potassium comme un dissolvant puissant, il est essentiel d'ajouter de la potasse caustique pour empêcher un dégagement d'odeur d'acide hydrocyanique.

V. *Autre bain.*

1 partie de cyanate d'argent, qui se forme en versant une solution de cyanate de potasse dans du nitrate d'argent.

Je dissous dans la dissolution de 100 parties d'eau distillée contenant 1 partie à 1 partie 1/4 de cyanure simple de potassium, et ensuite j'ajoute 5 parties de potasse ou de soude pure.

L'addition de l'oxyde de potassium ou de sodium a le même but que dans le bain précédent.

VI. *Autre bain.*

Pour 1 partie d'argent convertie en nitrate d'argent neutre, je prends 3 parties 1/2 à 4 parties de cyanure simple de potassium.

Dans la solution du nitrate argentique, je verse peu à peu le soluté fort du cyanure de potassium, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus un précipité blanc, qui est du cyanure d'argent, je le laisse en repos ; je sépare, par la décantation ou la filtration, le nitrate potassique qui s'est formé simultanément; je lave ensuite le précipité ; j'ajoute le reste de la solution de cyanure simple de potassium, qui dissout complètement le cyanure d'argent ; je verse cette dissolution dans une capsule en porcelaine ; j'évapore, et par le refroidissement j'obtiens des cristaux incolores d'argento-cyanure de potassium, ou, mieux, je pousse l'évaporation jusqu'à siccité complète, ce qui donne un sel sous forme de masse blanche ; mais, dans ce cas, ayant perdu un peu de cyanogène et l'eau cristalline, sa solubilité devient moindre.

Ayant préparé ce sel, je prends, pour 1 partie de ce sel double (argento-cyanure de potassium).

Potasse ou soude pures.	5 parties.
Eau distillée.	100 —

Dans ce bain, l'usage de potasse ou de soude a pour but d'empêcher le dégagement d'odeur d'acide hydrocyanique.

Pour argenter, je fais usage de la pile de la même manière que pour dorer.

A un bain d'argent ajoutant du chlorure de sodium dans la proportion de 15 parties pour 1 partie d'argent, j'obtiens un bain propre à argenter par le contact hydro-électrique, tel qu'il a été expliqué pour la dorure.

Le mode de manipulation est absolument le même pour argenter que pour dorer.

PLATINURE.

Toutes les personnes qui se livrent aux expériences de l'application électro-chimique des métaux sont frappées de la difficulté que présente l'application du platine, à cause de la lenteur avec laquelle il se dépose, c'est ce qui a restreint jusqu'ici l'application de ce métal dans l'industrie.

Pour obvier à cet inconvénient, j'ai entrepris beaucoup d'expériences, et je suis heureux d'avoir trouvé deux dissolutions qui remplissent parfaitement le but.

Avant de faire les bains, il faut préparer le perchlorure de platine (chlorure platinique).

Je dissous 1 partie de platine en éponge dans 16 parties d'acide hydrochloronitrique (eau régale) composé de :

Acide nitrique pur.	4 parties.
Acide hydrochlorique pur.	12 —

L'opération se fait dans une capsule en porcelaine ou, mieux, dans un ballon en verre, que je mets sur un bain de sable médiocrement chaud placé sous la cheminée.

Le mode de manipulation est absolument le même que pour préparer le perchlorure d'or.

C'est de cette manière que j'obtiens le perchlorure de platine, en cristaux d'un rouge intense presque brun noirâtre.

I. *Bain de platine.*

Perchlorure de platine.	1 partie.
Bromate de potasse.	3 —
Eau distillée.	100 —

Ce qui donne une dissolution d'un jaune orange.

II. *Autre bain.*

Perchlorure de platine.	1 partie.
Sulfocyanure de potassium.	1 —
Eau distillée.	100 —

Cette combinaison forme une dissolution d'un rouge orange et platine bien.

On peut augmenter la conductibilité de ce bain en y ajoutant 3 à 5 parties de soude pure à l'alcool, pour empêcher le dégagement de vapeurs d'acide sulfocyanhydrique ; mais on ne peut pas mettre de potasse au lieu de soude, parce que, alors, il se formerait du chlorure double de platine et de potassium, qui se précipiterait en poudre jaune citron.

Pour que l'opération du platinage, au moyen des deux dissolutions ci-dessus, marche rapidement, il faut qu'elle soit faite à une température d'au moins 50 degrés.

COBALTISAGE.

Voici les bains dont je fais usage pour l'application du cobalt sur les métaux.

I. *Bain pour le cobaltisage.*

Chlorure de cobalt.	1 partie.
Potasse caustique, ou mieux	
Potasse pure à l'alcool.	6 —
Eau distillée.	100 —

La dissolution de chlorure de cobalt, qui a la couleur lilas, se change en vert pâle par l'addition de la potasse.

II. *Autre bain.*

Chlorure de cobalt.	1 partie.
Sulfocyanure de potassium.	1 —
Eau distillée.	100 —

On peut augmenter la conductibiilté de ce bain par l'addition de 2 à 3 parties de potasse pure.

III. *Autre bain.*

Chlorure de cobalt.	1 partie.
Cyanure simple de potassium.	1 —
Hyposulfite de soude.	10 —
Eau distillée.	100 —

En versant le cyanure simple de potassium dans la solution de chlorure de cobalt, il se forme un précipité d'une couleur de chair claire, qui est du cyanure de cobalt ; je le sépare par la décantation ou la filtration, et, après l'avoir lavé, je le jette dans l'eau distillée contenant l'hyposulfite de soude dans la proportion indiquée ci-dessus pour le dissoudre.

Avec les dissolutions précédentes, il faut colbatiser à une température très-élevée.

NICKELAGE.

J'obtiens le nickellage sur les métaux de la manière suivante :

I. Bain pour le nickelage.

Chlorure de nickel.	1 partie.
Sulfocyanure de potassium.	1 —
Eau distillée.	100 —

On peut ajouter 3 à 5 parties de potasse pure, pour augmenter la conductibilité, si on le juge nécessaire.

II. Autre bain.

Chlorure de nickel.	1 partie.
Bromate de potasse.	1 —

En mêlant les dissolutions des deux sels précédents, il se forme un précipité d'une couleur vert pâle, qui est du bromate de nickel; je le sépare, le lave et le jette, pour le dissoudre, dans 100 parties d'eau distillée contenant 1 partie de cyanure simple de potassium, et j'ajoute enfin 5 parties de potasse pure à l'alcool, qui non-seulement donnent plus de conductibilité au bain, mais encore empêchent le dégagement d'acide prussique.

CUIVRAGE.

I. Bain employé pour le cuivrage.

J'ai mêlé une dissolution de 1 partie de sulfate de cuivre pur avec une autre de 2 parties de cyanure simple de potassium.

Dès que ce mélange devient limpide, j'ajoute de l'acide hydrochlorique jusqu'à ce qu'il se forme un précipité blanc, qui est du protocyanure de cuivre, et la liqueur surnageante contient du sulfate de potasse et du chlorure de potassium.

Je sépare alors par la décantation ou la filtration le sel de cuivre, que je jette dans 150 parties d'eau distillée, 100 parties seulement, contenant 8 parties d'hyposulfite de soude ou de tout autre hyposulfite alcalin.

II. Autre bain.

A une dissolution de 1 partie de sulfate de cuivre pur j'ajoute un soluté de cyanure simple de potassium jusqu'à ce qu'il se forme un précipité, qui est du deutocyanure de cuivre,

que je sépare par la décantation; j'ajoute ensuite une solution forte de 1 partie de cyanure simple de potassium, et j'évapore cette dissolution dans une capsule de porcelaine, jusqu'à ce que j'obtienne des cristaux par refroidissement, qui sont du sel double de cuprocyanure de potassium exempt d'excès de ce même sel alcalin.

Alors, pour une partie de ce sel double, je prends:

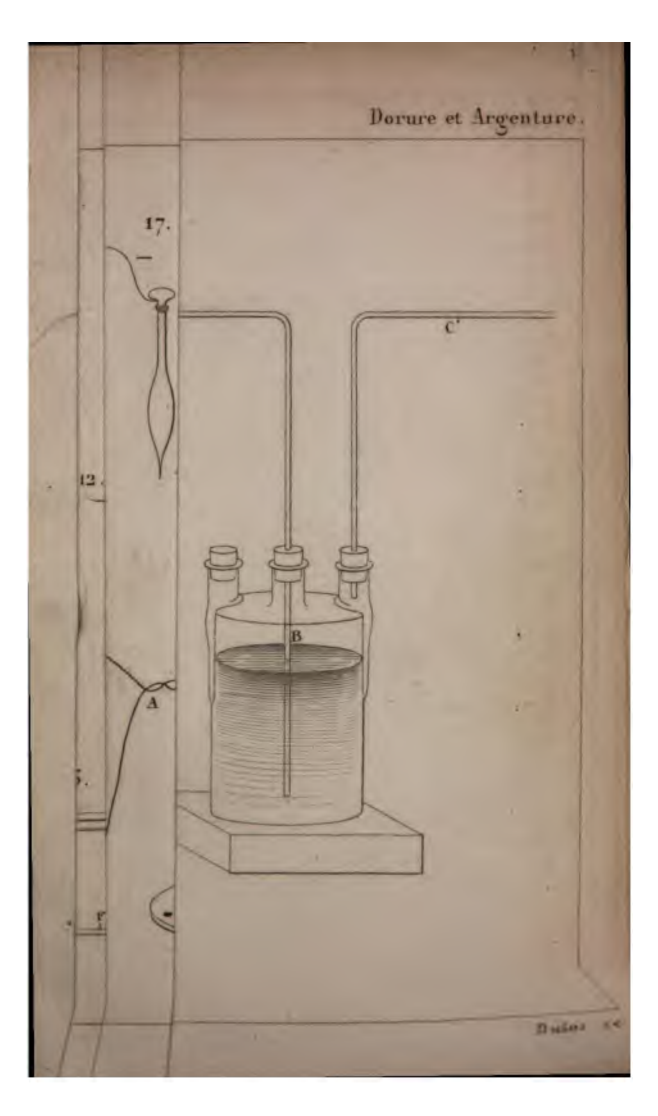
Potasse caustique.	5 parties.
Eau distillée.	100 —

On peut obtenir beaucoup de dissolutions pour le cuivrage par les moyens indiqués ci-dessus pour la dorure, en substituant aux sels d'or des sels de cuivre.

Observation.

Avant de dorer et d'argenter les pièces en acier, fer, plomb, étain, il faut toujours commencer par les couvrir d'une couche de cuivre, afin de donner à l'or et à l'argent toute l'adhérence nécessaire.

FIN.


17.
—
C'
B
A
12

6

